

最动人的世界史

——我们的起源之谜

一颗闪亮的星星，一滴奔腾不息的海水，见证着这个世界的历史

在广袤的宇宙中，我们只是一些微不足道的火花

【法】于贝尔·雷弗　若埃尔·德·罗斯内
伊夫·科佩恩　多米尼克·西莫内　著
吴岳添 译

复旦大學出版社



这肯定是最动人的世界史，因为这是我们的历史。我们在自身的最深处携带着它：我们的身体由宇宙的原子组成，我们的细胞里包含着原始海洋的成分，我们的基因大多是灵长类动物所共有的，我们的大脑拥有智慧进化的皮层。

无论我们对自身的起源有什么样的看法，是神秘的或者科学的，也无论我们具有什么样的信念，是决定论的或怀疑论的、宗教的或不可知论的，在这段历史里有价值的只有一种寓意，只有一个基本的已知数：从宇宙方面看来，我们只是一些微不足道的火花。但愿我们能够明智地牢记这一点。





ISBN: 7-309-04918-7
K·182 定价：15.00元

最动人的世界史

——我们的起源之谜

[法]于贝尔·雷弗　若埃尔·德·罗斯内
伊夫·科佩恩　多米尼克·西莫内　著
吴岳添　译

复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

最动人的世界史:我们的起源之谜/[法]雷弗等著;吴岳添译.—上海:复旦大学出版社,2006.4
书名原文:La plus belle histoire du monde
ISBN 7-309-04918-7

Ⅰ.最... Ⅱ.①雷... ②吴... Ⅲ.①宇宙学-普及读物②人类-起源-普及读物③生命起源-普及读物
Ⅳ.①P159.3-49②Q981.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 013913 号

最动人的世界史——我们的起源之谜
[法]雷弗等著 吴岳添译

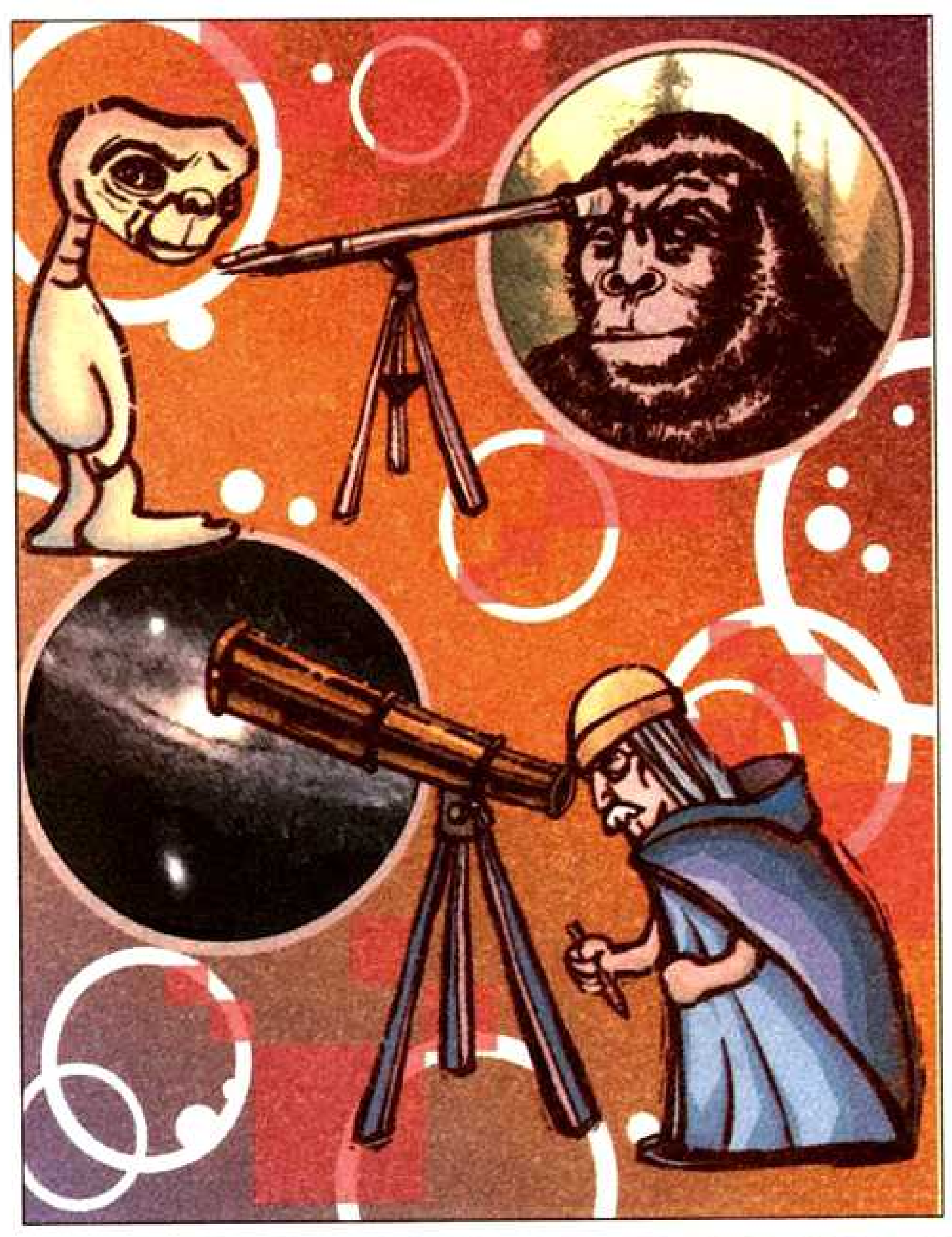
出版发行 复旦大学出版社
上海市国权路 579 号 邮编:200433
86-21-65118853(发行部); 86-21-65644348(邮购)
fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

责任编辑 邵 丹 特约策划 罗晓荷 装帧设计 陈淑芳
总 编 辑 高若海 出 品 人 贺圣遂

印 刷 杭州钱江彩色印务有限公司
开 本 787×1092 毫米 1/32 开
印 张 5.25(插页 8)
字 数 91 千字
版 次 2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷
印 数 1-8000

书 号 ISBN 7-309-04918-7/K·182
定 价 15.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。



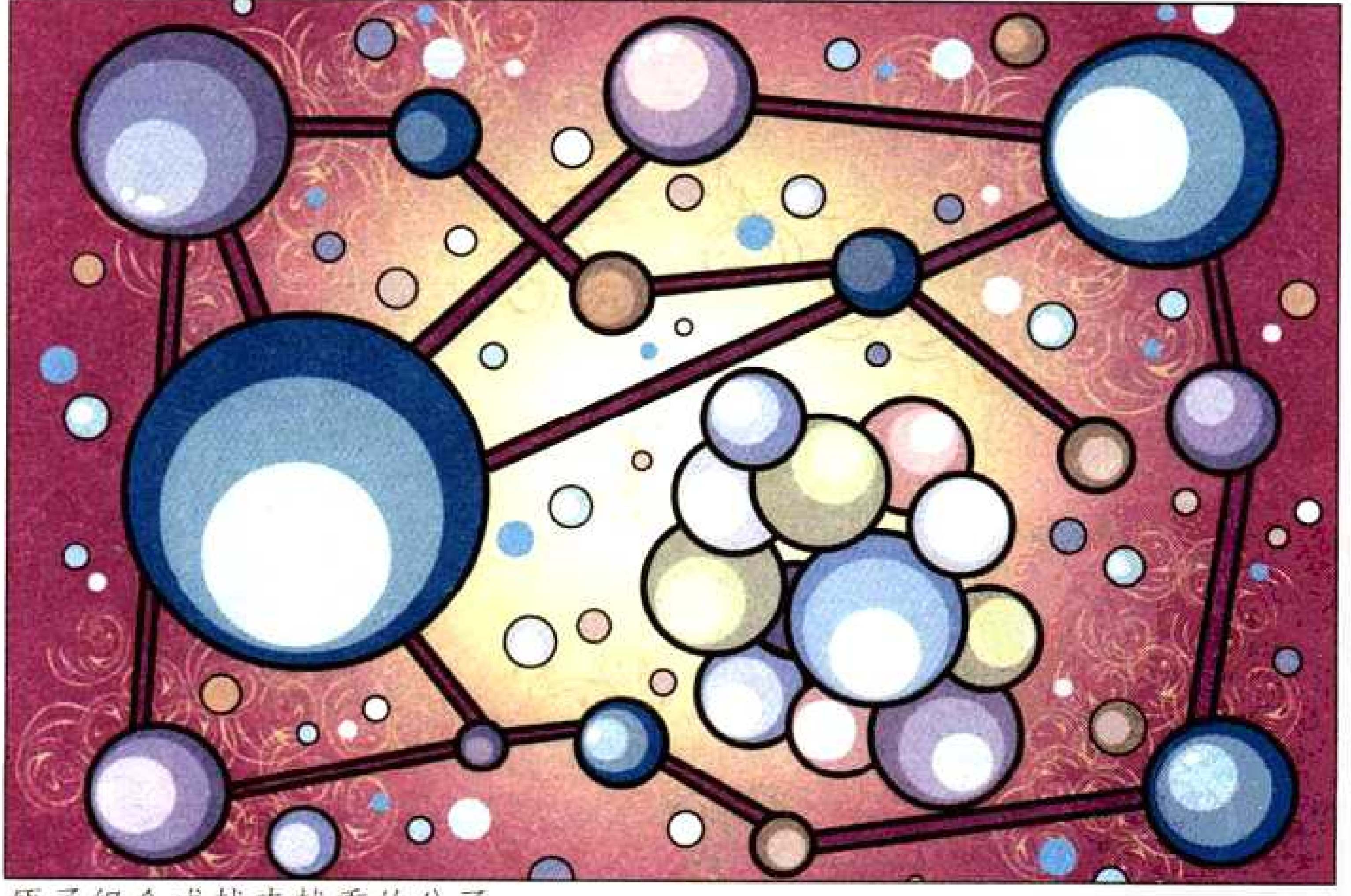
如果仙女座的居民此刻在看我们的星球，会存在时差，他们看到的是原始人的地球

宇宙就像用字母形状的面团做的浓汤

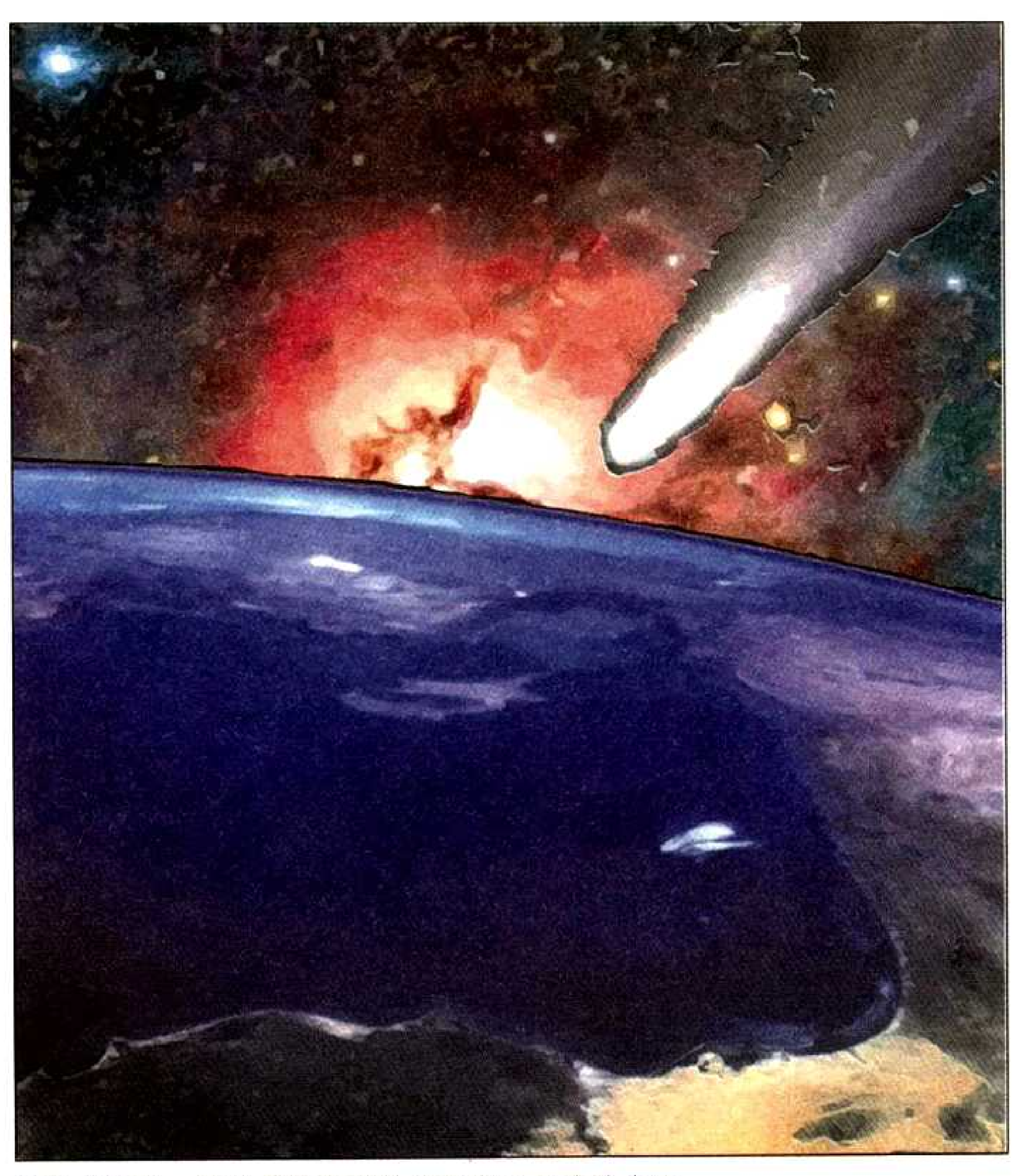




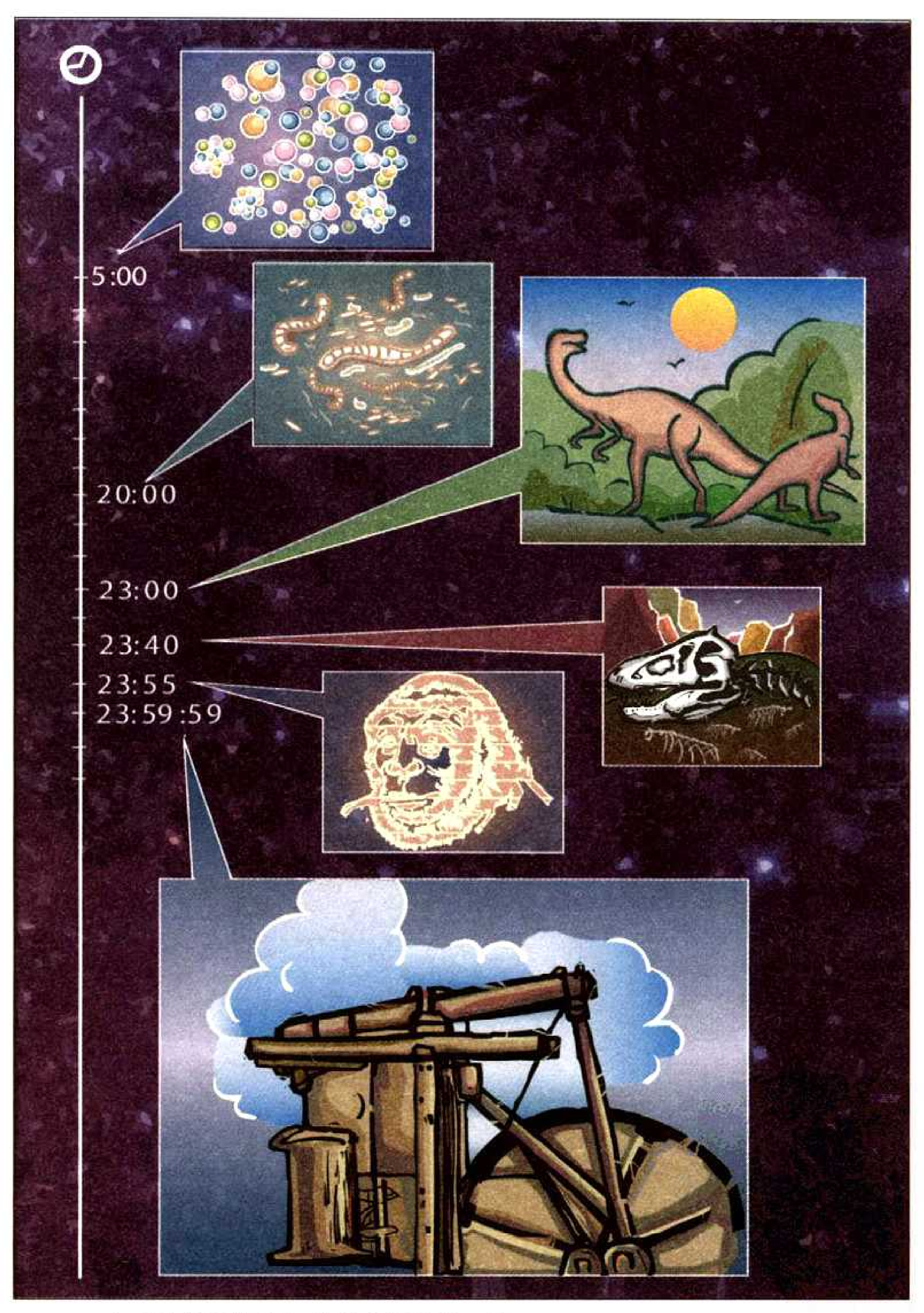
伽利略用他的望远镜观察到了月亮上的山峰



原子组合成越来越重的分子

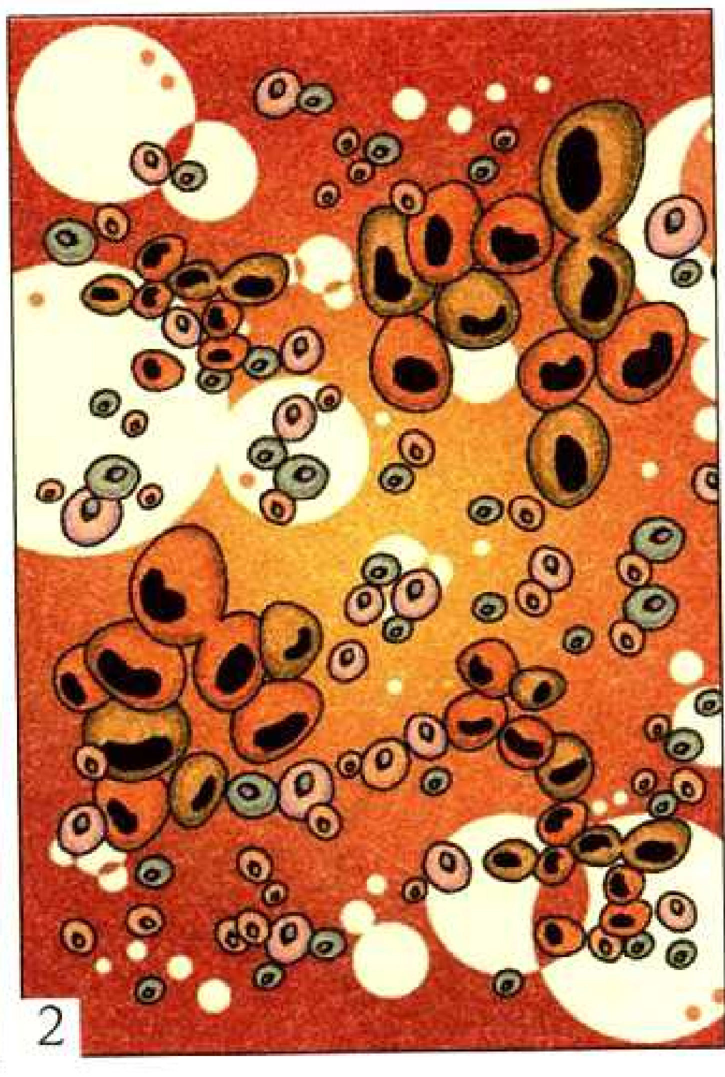


彗星的撞击，把大量复杂的分子带到了地球的表面



如果我们把地球的 45 亿年压缩成一天……





1. 小滴的自我繁殖使生命的延续得到了保障

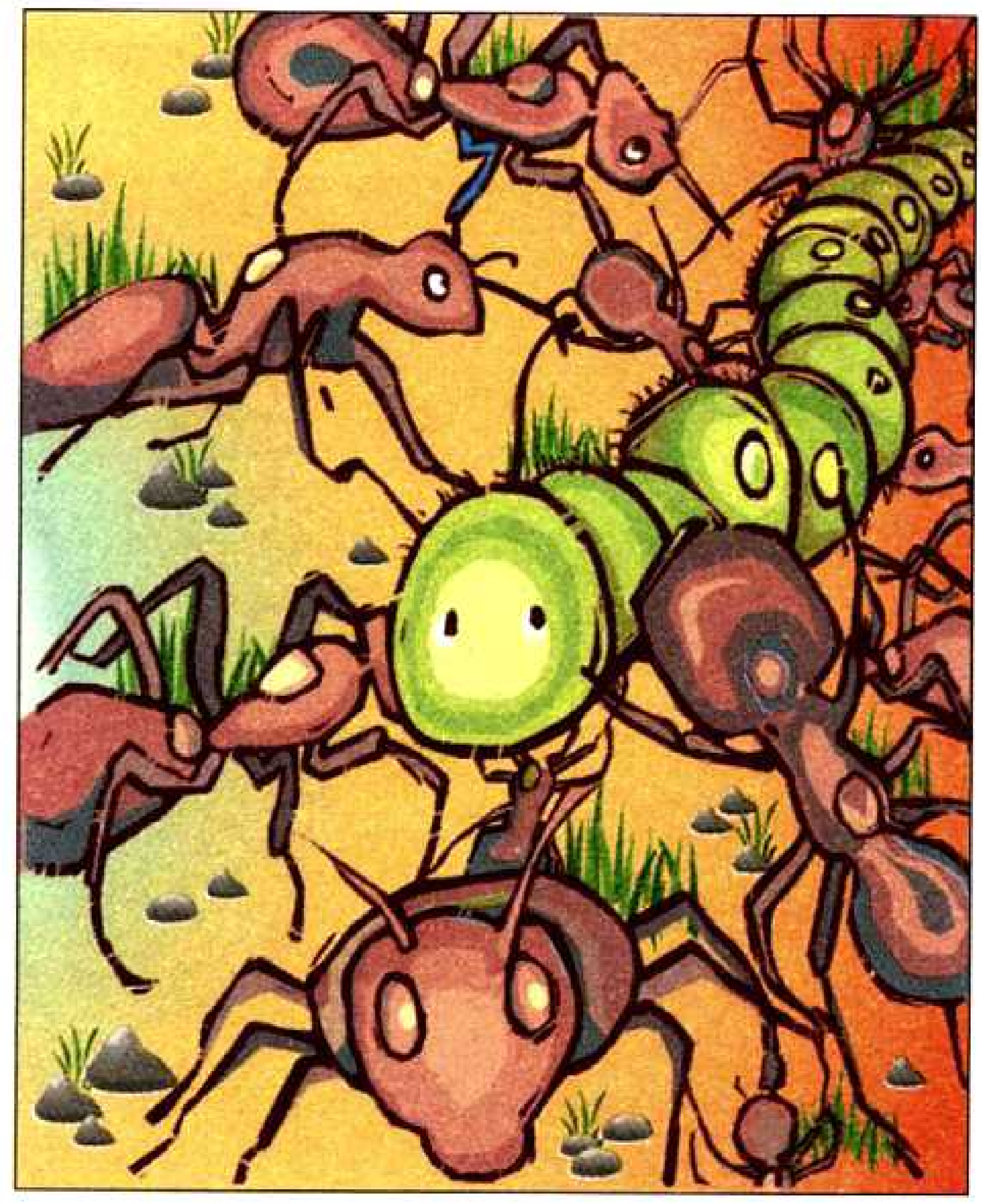
2. 生命诞生于这些自我封闭的小球状体，就像醋酸调味汁里的油滴

3. 我们可以设想地球是一颗布满白色和黑色雏菊的小行星，反射和吸收阳光使温度平衡





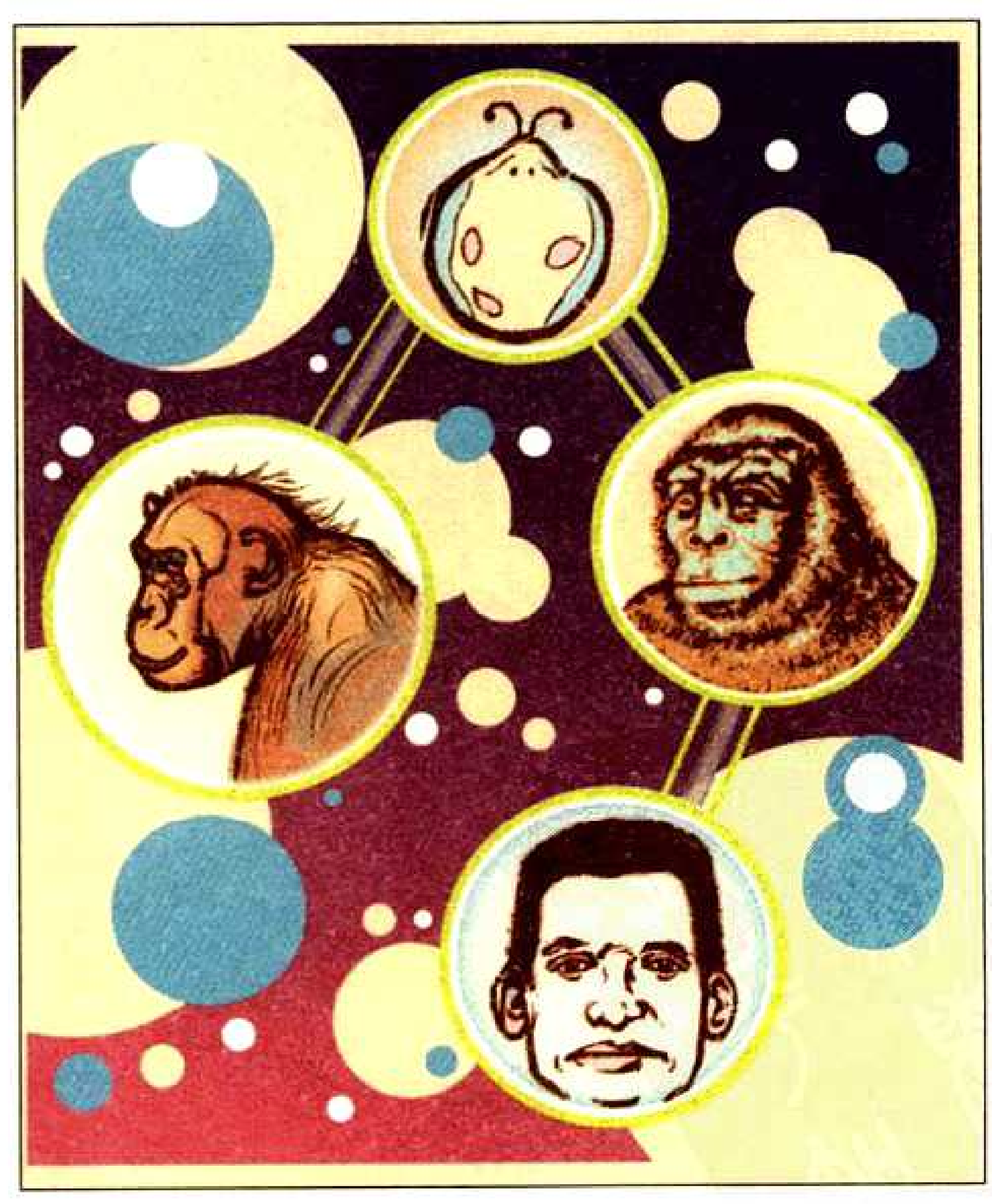
个体的团结：变形虫粘在一起向同一个方向移动



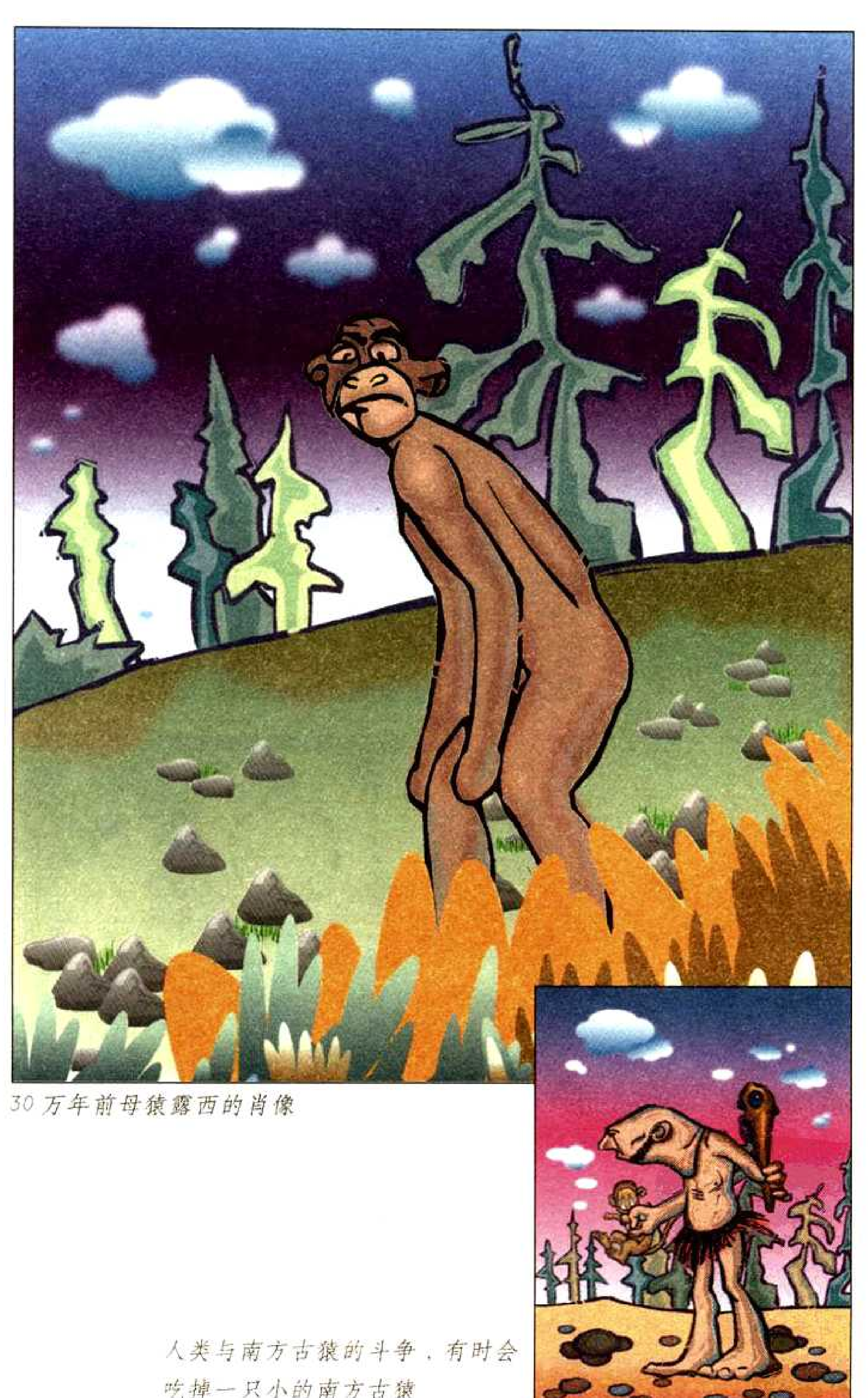
蚂蚁的共同行动是一种集体的智慧，逐渐形成了一种真正是集体的生物



人类与最初的鲜花同
时诞生



南方古猿是人类的祖先



30 万年前母猿露西的肖像

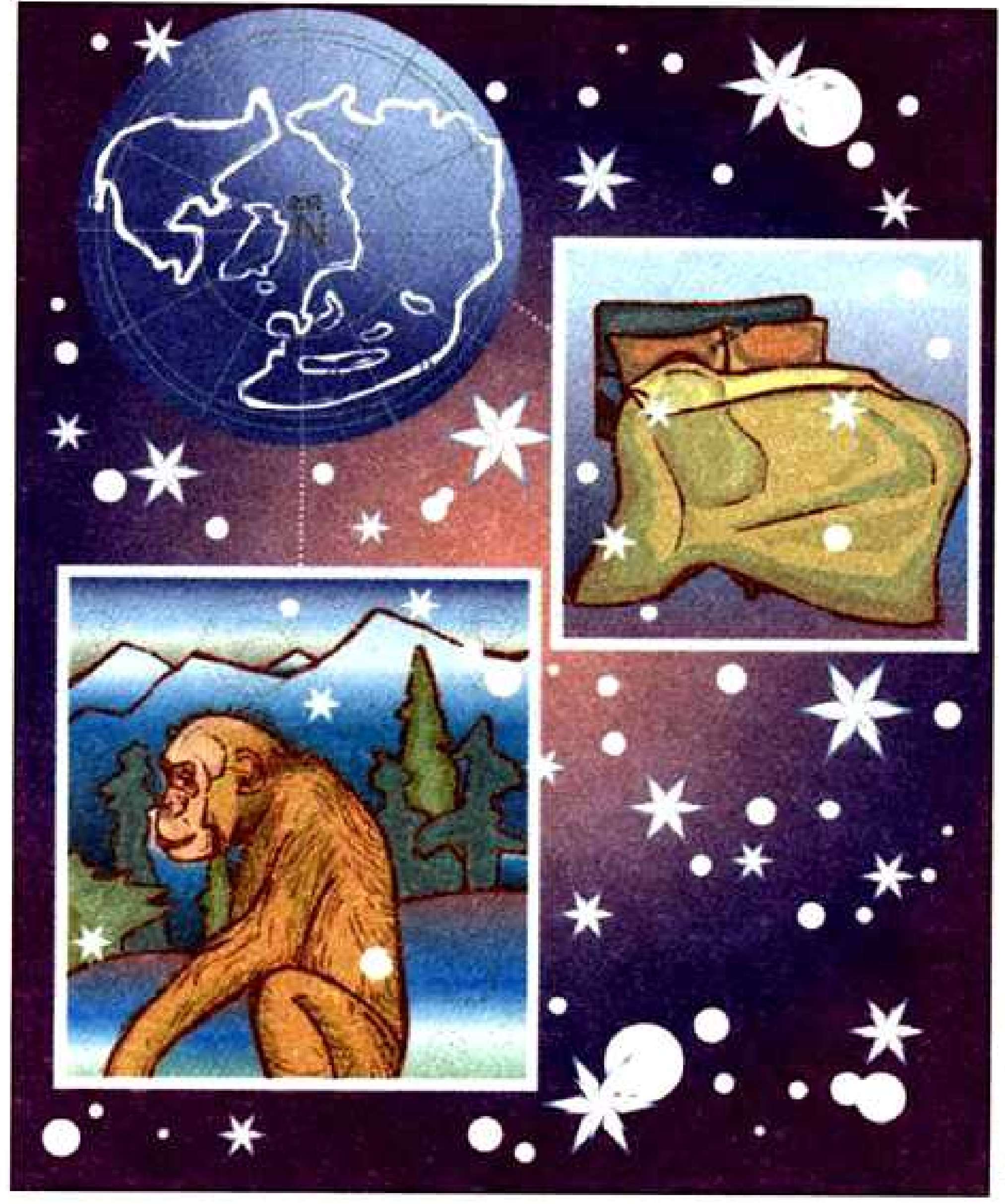
人类与南方古猿的斗争，有时会
吃掉一只小的南方古猿



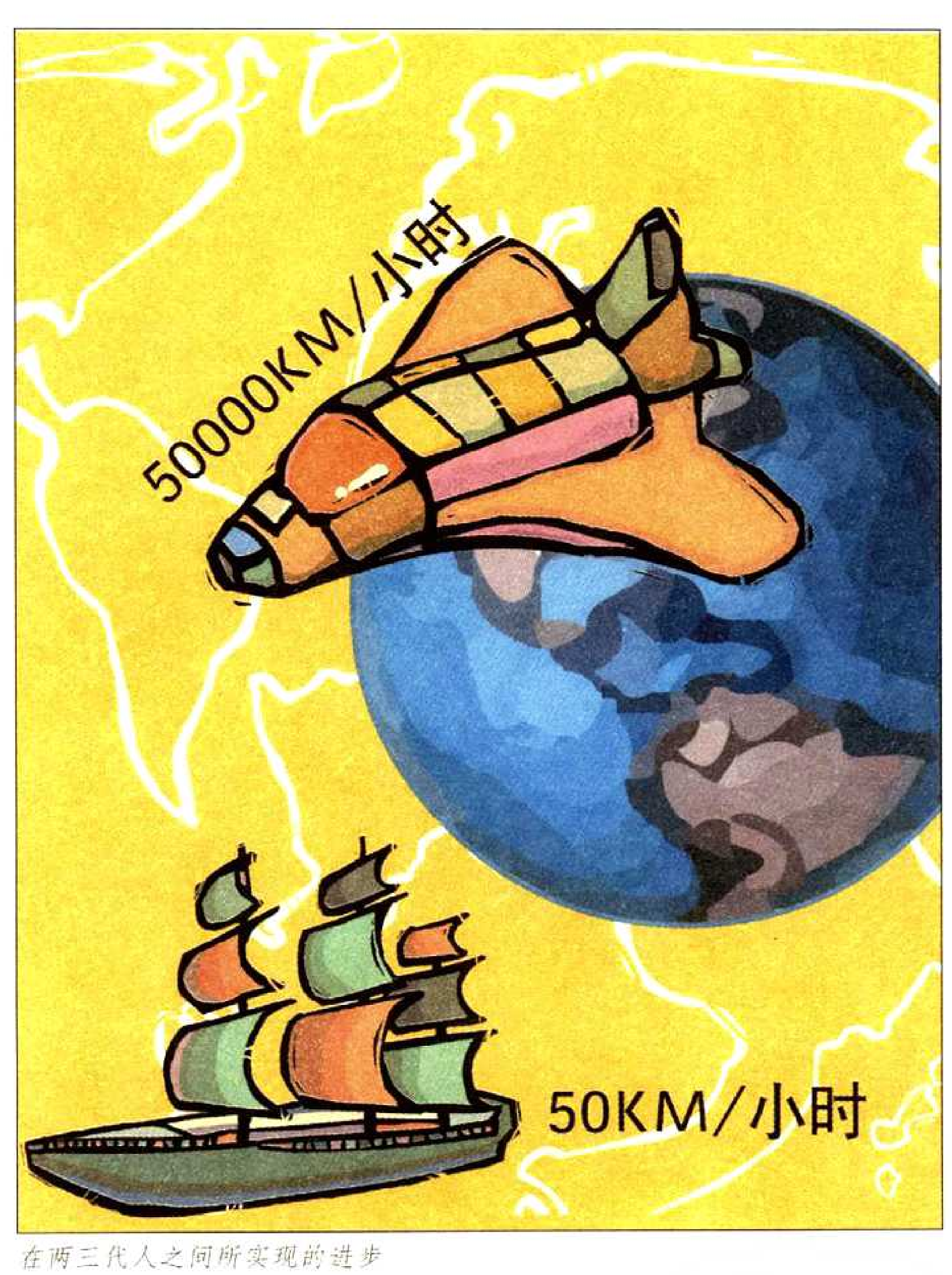
干旱使物种互相接近了，可以说，干旱成就了爱情



文明的尼安德特人与野蛮的克罗马尼翁人曾经共同生活



在北极的人盖着被子就可以不冷，这典型地体现了我们文化的进化



在两三代人之间所实现的进步

人类的起源与未来

吴岳添

我们现在要读的是一本无论男女老幼都会感到兴趣的书。

自从来到这个世界上，对于宇宙和人类的起源，每个人都会不可避免地产生各种各样的问题。世界是怎么回事？我是怎么来到这个世界上的？这些看似幼稚，其实在文学作品、在每个人的内心里时时出现的问题，至今还没有令人满意的答案。不错，各种宗教对此有过形形色色的说法，其中有些并非迷信，而是或多或少与人类起源有关的传说，但毕竟由于看不见摸不着而难以置信。哲学也作过种种假设，可是关于精神和物质的概念，对于一般人来说又过于深奥和玄妙。相比之下，只有科学提供的答案最为可靠，因为科学研究的都是观察到的现象，即使是合理的推论，也必须要有事实的验证才能成立。

在即将跨入21世纪、也就是纪元第三个一千年的时候，人类更是前所未有的需要解答这些问题。因

为一方面，随着生活水平的提高，大多数人已不愁温饱，对自身以外的事情就更为关心；另一方面主要是科学发展的速度和地球环境的变化，在迫使人类面对这些无法回避的问题。短短的一百来年，我们就从电话、天文望远镜、电视发展到互联网络，早就超出了祖先关于千里眼和顺风耳的梦想，再发展下去会怎么样呢？与科学的进步随之而来的是环境的恶化、臭氧层的空洞、地球气温的升高，人类又将面临什么样的未来？

然而要回答宇宙与人类的起源和发展的问题，需要涉及多少学科啊！人类的文明史虽然短暂，科学却已经分门别类，发展得非常复杂了。所谓隔行如隔山，每门学科都有自己的课题，都有独特的研究对象，只有凡尔纳的科幻小说，才在想象中把各门学科结合在一起。因此即使每门学科的专家都来仔细地解释，绝大部分人也会感到莫名其妙和无法理解，我想这方面迄今为止没有一本理想的科普读物的原因就在于此。

读者手里的这本书可以说解决了这个难题。全书分为三个部分：宇宙的起源，生命的起源和人类的起源。书中采取由作者之一多米尼克·西莫内与三位最权威的科学家，天体物理学家于贝尔·雷弗、生物学家诺埃尔·德·罗斯内和古人类学教授伊夫·科佩恩进行问答的形式，分别对这三个部分进行深入浅出的解释，尤其是回答了读者们会自然而然地提出

的“你是怎么知道的呢？”这类既天真又普遍的问题。因此全书看起来既浑然一体又通俗易懂，在科普读物的撰写和出版方面称得上是一次很有意义的成功尝试。

我们的宇宙从诞生至今已有150亿年的历史了。从宇宙的演变到生命的进化，总的来说是一个从简单到复杂的过程。人类的产生既是无数巧合的偶然产物，又是进化规律的必然结果。作为人类的个体，我们的身上带有宇宙诞生之初的基因，它们在地球毁灭之后，最终都将回到宇宙中去。但是作为种族的人类能否在宇宙中生存下去，在很大程度上却取决于人类本身。人类处于宇宙演变的最末端，与整个演变过程相比微不足道；然而人类又是这个漫长过程的最进化的生命，具有认识和利用大自然的能力。现在人类的历史才刚刚开始。无论人类起源于地球上的什么地方，我们都有共同的祖先，我们是只顾自己的私利，用破坏自然、污染环境、耗尽资源乃至核子战争来毁灭包括人类在内的地球呢，还是团结一致，同舟共济，利用大自然赐给我们的智慧，走向无限美好的未来呢？相信读者在看了这本书以后，一定会在解决疑问和引起遐想的同时，对这个问题作出自己的回答。

本书出版后在法国引起了强烈的反响，印数达二十余万册，并成为1996、1997年的畅销书。

目　录

序 幕

我们来自何方？我们是什么？我们到哪里去？这是唯一值得提出来的问题。一颗星星的闪亮，奔腾不息的海洋，一个女人的目光或一个婴儿的微笑……每个人都在以各自的方式寻找着答案。我们为什么活着？为什么有一个世界？我们为什么在这里？

迄今为止，只有宗教、信仰提供了一种答案。现在科学也形成了一种见解。这也许是这个世纪最重大的成果之一：从此以后它对我们的起源有了一种全面的阐述。它重新构成了世界的历史。

它的如此异乎寻常的发现是什么呢？是这样的：从150亿年以来一直在进行的奇特历程，把宇宙、生命、人类联系在一起，犹如一部长篇史诗的篇章，从宇宙起源的大爆炸到人类的智慧，进行着同样的、越来越复杂的进化：最初的粒子、原子、分子、恒星、细胞、有机体、生物，直到我们这些有趣的动物……这一切都连接在同一条链里，都被同样的演变所驱动。我们是猴子和细菌的、但也是天体和星系的后裔。组成我们身体的成分，就是从前创造宇宙的成分。我们确实是恒星的孩子。

这种观点当然会引起混乱，因为它指责过去的一切确信，揭露了一切偏见。自古以来，知识的进步都在不断地把人重新放在他的准确的位置上。我们不是曾经自以为在世界的中心吗？伽利略、哥白尼和别的人指出了我们的错误；我们其实是居住在位于一个不大的星系边缘的一个普通的星球上。我们不是曾经自以为与其他的生物不同，是一些独特的创造物吗？可惜！达尔文让我们栖息到动物进化所共有的系谱树上去了……因此我们必须又一次抑制住我们不适当的傲气：我们是宇宙形成中的最后的产物。

我们要在这里利用最先进的知识来讲述的就是这种新的世界史。在这部作品里，人们会发现一种惊人的一致。他们会看到物质的成分结合成更复杂的结构，这些结构又组合成更有形状的连接，并且以此类推……正是这种同样的现象，自然选择现象，造出了这类重大的划分中的每一种进化：物质在宇宙中的构成，生命在地球上的出现，甚至神经元在我们自己的头脑里的形成。似乎存在着一种进化的“逻辑”一样。

这一切当中有上帝吗？某些发现有时符合了内心的信念。当然，科学与宗教支配着不同的领域，是不能混为一谈的。科学是教人知识，宗教是传授教义。科学的动力是疑问，宗教的纽带是信仰。但它们并不因此就截然不同。我们的新的世界史不回避精神的和形而上学的问题，远非如此。在读完每一章的时候，人们都会发现一点《圣经》的

光辉，听到一种古代神话的回声，甚至会与亚当和夏娃在非洲的大草原上交臂而过。科学使辩论现实化，使之焕然一新，而不是扼杀它。每个人可以作出自己的选择。

我们叙述的依据是依靠革命性的器械获得的最新发现：探索太阳系的探测器，搜索宇宙深处的天文望远镜，重现最初时刻的巨大的粒子加速器……但也有模拟生命出现的电子计算机，生物学、遗传学和化学的能够揭示看不见的和无限小的事物的技术，或者还有最新发现的化石和在年代的推定方面的进展，它们能够以惊人的精确来再现人类祖先逐渐进化的过程。

我们这部历史虽然充满了最新的发现，却是面向所有的人的，而且尤其是面向外行的成年人和青少年的，无论他们的知识水平如何。书里没有任何专家的姿态，排除了一切复杂的术语。书里像孩子们一样，毫不犹豫地提出了一些天真的问题：怎么知道大爆炸的？怎么知道克罗马尼翁人[①]吃的东西？夜晚的天空为什么是黑的？人们要相信的不是科学家说的话，而是要他们把证据摆到桌面上来。

每一门学科都在寻找一种起源：天体物理学家追寻宇宙的起源；生物学家追寻生命的起源；古生物学家追寻人类的起源。所以我们的历史就像一出戏剧，分为三幕——宇宙、生命、人类——来演出，以此将大约150亿年的时间一扫而过。每一幕包括三场，这段漫长的奇特经历里的一切无

① 欧洲史前的人种。

生命的和有生命的演员，都按照年代顺序被召唤上场。书中的三位知名人士，是法国研究这些问题的最优秀的专家，我们就是在与他们的对话中注视着这些演员。几年前，我们四个人曾为《快报》杂志写过第一篇对话，这份杂志因此大受赞赏。这次尝试引起了我们更大的愿望。花了一个夏天的时间，开了一些夜车，我们满怀激情并且愉快地描述了世界的奇特经历，但愿读者能够接受它。

第一幕 我们的历史就开始了……然而真的能说“开始”吗？人们会看到开端这个概念不是无关紧要的，远非如此。它处于形而上学的辩论的中心，并且提出了迷惑人的时间问题。我们通过科学所能达到的最遥远的过去来涉及它：公元前150亿年，著名的大爆炸，这种在恒星之前的黑光。于是像孩子一样，人们会提出这个合乎情理的问题：在这之前有些什么？

从这个“开端”开始，炽热的物质在至今仍然主宰我们命运的惊人的力的作用下组合起来。这些力是从哪儿来的呢？为什么它们周围的一切都在改变，而它们却永恒不变呢？在本书记叙的全部过程中，都是它们在操纵着巨大的宇宙装配工程，而随着宇宙的变得缓慢和冷却，它们启动了一些奇特的组合、恒星、星系，直至在其中之一的周围产生一个大有可为的行星。这些神秘的力是什么呢？这种不可阻挡的复杂运动是如何产生的呢？它们是否在宇宙

之前就存在？

于贝尔·雷弗帮助我们看清了这个问题。他是天体物理学家，在这方面发表过一些出色的著作，把科学的精确和普及者的通俗融合在异常亲切的笔调之中。这难道是因为在远离他的专业生涯里的许多电子计算机的时候，他还会作为一个普通的业余爱好者，用一台廉价的天文望远镜凝视布列塔尼的天空的缘故？难道是由于注视遥远的宇宙，也就是遥远的过去，使他懂得了时间的真正尺度？无论如何，他是直截了当地做主要的事情：一个方程式的美，一个星系的亮度，一把小提琴的呜咽，一杯法国夏布利产的白葡萄酒的芳香……凡是有幸与他亲密相处的人都不会怀疑：他的睿智不是装出来的。于贝尔·雷弗是一个正直的人，即一个正在消失的一类人的典范：这类人固执地在科学与艺术、文化与自然之间寻求平衡，并且懂得对我们的起源的寻找会使人感受到一种任何公式都无法把握的、任何理论都不能包括的尺度：那就是我们面对神秘和美的惊叹。

第二幕　在45亿年以前，在这个离太阳既不太近又不太远的奇特的一个位置恰当的行星上拉开了。物质继续着它狂热的聚集过程。在地球的表面上，在一些新的坩埚里开始了另一种炼金术：分子合成了可以繁殖的结构，由此产生了奇特的小滴，接着组成有机体的最初的细胞越来越多，大量繁殖，占领了整个行星，开始了动物的进化，显示了生

命的力量。

生命是从无生命的状态中产生的，这种观点肯定不容易被人接受。在若干世纪里，生命的世界被看得太复杂，太多样，总之是太“有智力”，如果不是上帝用拇指推一下的话是不可能出现的。今天这个问题已经明确了：生命的世界同样来自物质的进化，不是偶然造成的。那么是怎样从无生命状态过渡到生命的呢？进化是如何“发明”繁殖、性以及死亡这些不可分离的伴侣的呢？

若埃尔·德·罗斯内无疑是最适于回答这类问题的人。作为理学博士，前巴斯德[1]研究所所长，现在科学和工业区区长，他是最早在一部影响了一代人的著作里对我们关于生命起源的知识进行综合的人之一。他是训练有素的有机化学家，但也是志愿的科普工作者、不知疲倦的鼓动者，在全世界总是领先十年，并且收集着最新的观点。他是系统论的使徒，全球联络的先锋，他也始终力求把生态学与现代性、生命的世界与技术调和起来，似乎他懂得保持必要的距离，因而对这个行星看得比他的同胞们更加清楚。所以他保持了对一切起源的热情和研究者的严密性。

第三幕　在一幅干燥的萨王纳植被[2]的动人背景下，生命最后的变形占据了整个舞台。这就是人类，真正的人，

① 路易·巴斯德（1822—1895），法国化学家和生物学家。
② 萨王纳是英文savannah的音译，指长期干旱的热带地区，星散分布着旱生乔木、灌木的植被。

是哺乳的、有脊柱的灵长类动物……我们都是非洲的猴子，这一点从此已确定无疑了。因而我们是猴子的后代，或者不如说是这个从前在非洲第一次用后腿站立、以便比他的同类更高地观看世界的古人的后代。但是他为什么要这样做呢？是什么样的冲动刺激了他呢？

不用说，在一个多世纪之前，人们就知道了猴子是我们的直系亲属，并且不大乐意地试图接受这种观点，但是近几年来关于起源的科学探索了我们的系谱树，使它受到了强烈的震动：某些有毛的种类甚至掉了下来……今天，人们终于掌握了时间和地点的统一性，可以上演第三幕也就是人类的喜剧了。人类似乎接替了物质，利用短短的几百万年来进化，发现了一些越来越复杂的事物：工具、狩猎、战争、科学、艺术、爱情（永远如此），以及这种不断地渴望询问自己的癖好。他是怎样发现所有这些新事物的？我们的没有“成功”的祖先又变成了什么呢？

伊夫·科佩恩，法兰西学院教授，他很小就迷上了古生物学。他还是个孩子时就已经在收集化石，对着高卢的遗址浮想联翩了。他从未停止寻找他遥远的祖先经过时留下的痕迹，而且他开始从事关于起源的科学的时候，这门科学在非洲正处于鼎盛时期。在其他人的协助下，他出土了最著名的骨骼：露西，年轻的（和美丽的？）雌性南方古猿，至今已有350万年，死的时候正当盛年。这位彬彬有礼的、宽厚的骨骼研究者与他的同行们一样，认为人类的诞生并

非偶然，而是属于宇宙的同一个发展过程，我们是这个过程的最后的产物。也像他的同行们一样，他了解时间的尺度：与使人类摆脱动物性所必需的几百万年相比，我们的几千年文明又算得了什么呢？面对为了造成我们的复杂性而必需的150亿年，我们目前的一切玩笑又有什么价值呢？

我们的历史当然并未结束。不过可以冒昧地说：它开始了。因为看来复杂性仍在发展，进化仍在快速地进行。所以我们要想中断对我们这个古怪的时代的叙述，就不能不提出这个最后的问题：我们到哪里去？这段宇宙的、化学的、生物学的，现在变成了文化的漫长的奇特经历，会怎样继续下去？人类、生命、宇宙会有什么样的未来？科学当然不能回答一切，但可以尝试作出一些有趣的预言。人的身体会怎样进化，人们对宇宙的进化又知道什么呢？有没有其他的生命形式？我们四个人将对此进行讨论，并且把讨论作为本书的尾声。

还有一点需要注意，我们曾想避免任何决定论的企图，任何目的论的偏见。请读者原谅我们有时为了易于理解而不由自主地使用了一些不通顺的词语：不，是不能说物质"发现"，大自然"制造"或者宇宙"知道"的。这种构造上的"逻辑"只是一种笔录。科学拒绝在其中区别一种意图。每个人可以用自己的方式来解释。如果说无论如何，我们的历史是有一种意义的话，却不能因此就肯

定我们的出现是不可避免的，至少在这个小行星上是如此。谁能说出在我们诞生之前，进化已经有过多少次没有结果的足迹？谁能否认现在的结果仍然具有极端的脆弱性？

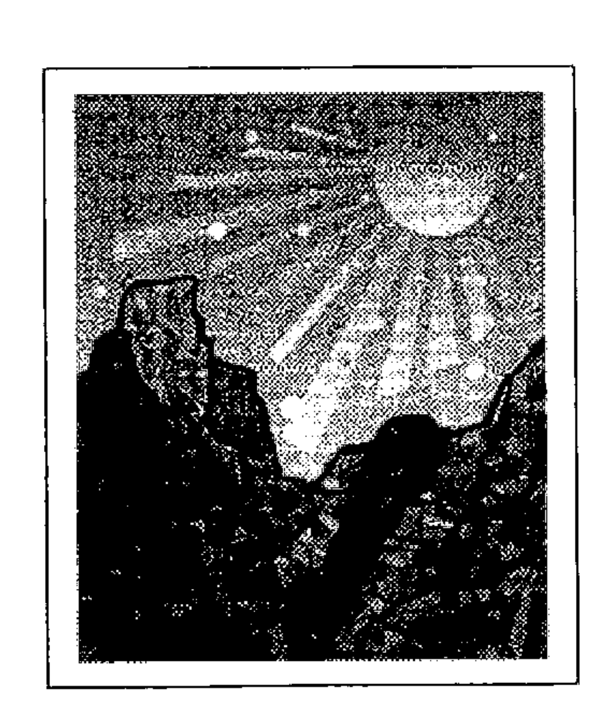
是的，这肯定是最动人的世界史，因为这是我们的历史。我们在自身的最深处携带着它：我们的身体是由宇宙的原子组成的，我们的细胞里包含着原始海洋的成分，我们的基因大多是与我们相近的灵长类动物所共有的，我们的大脑拥有智慧进化的皮层。当人在母腹中形成的时候这个小小的人就快速地重演了动物进化的过程。最动人的世界史，有谁能否认这一点呢？

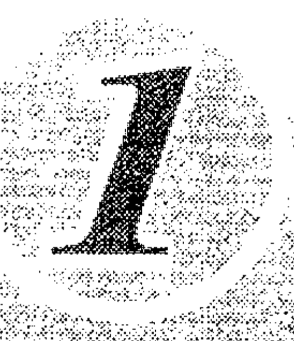
不过无论我们对我们的起源有什么样的看法，是神秘的或者科学的，也无论我们具有什么样的信念，是决定论的或怀疑论的、宗教的或不可知论的，在这段历史里有价值的只有一种寓意，只有一个基本的已知数：从宇宙方面看来，我们只是一些微不足道的火花。但愿我们能够明智地不忘记这一点。

多米尼克·西莫内

第一幕

宇　宙





第1场
混　沌

白色的舞台一望无际，到处都只是一片无情的亮光，一个炽热的宇宙之光，一种既无意义也无名称的物质的混沌……

◎然而在这“之前”有些什么呢？

多米尼克·西莫内：光在时间的长夜里的一次爆炸，就是我们历史的开始和宇宙的起源，这是若干年来科学告诉我们的。在使我们对这种现象产生兴趣以前，人们不禁要提出这个天真的问题：在这之前有些什么呢？

于贝尔·雷弗：提到宇宙的开端，就不可避免地要碰到这个词。在我们看来，“起源”这个词是指一件处在时间里的事情。例如我们个人的“起源”，就是我们的父母做爱并且怀上我们的时候。它能区别“前”与“后”。我们可以确定它的日期，把它记载在历史的长河之中。于是我们就承认世界在这个时刻之前已经存在了。

问：不过我们说的是一切起源的起源，完全是第一个。

答：正是在这一点上大有区别。不能把它看成是一件与其他事情类似的事情。我们的处境就像最初的基督徒，他们问上帝在创造世界之前干些什么。通常的回答是这样的："他在为提出这个问题的人准备地狱！"……奥古斯丁[①]不同意这个答案。他清楚地看到了这样一种提问的尴尬处境，因为它的前提是时间在创世之前就存在了。他的回答是创世不仅创造了物质，而且也创造了时间！这种观点与现代科学的观点相当接近。空间、物质和时间是不可分离的。在我们的宇宙学里，它们是一起出现的。如果宇宙有起源，这也就是时间的起源。所以"之前"是不存在的。

问：您说"如果宇宙有起源"这就是说还不能确定了？

答：这一点我们不知道。本世纪的重大发现，正如过去大多数科学家假定的那样，就是宇宙既不是不变的，也不是永恒的。今天人们对此深信不疑：宇宙有一段历史，它在变得稀薄、冷却和形成结构的同时从未停止过演变。我们的天文台和理论可以使我们再现这种景象和追溯时间。它们向我们证明这种演变起自遥远的过去，估计在 100 至 150 亿年之间。我们现在拥有大量的科学资料，能够描绘那个时候的宇宙：它完全杂乱无序，没有星系、恒星、分子、原子，连原子核都没有……它只是一种没有形状的烂糊般的

① 奥古斯丁（354—430），罗马帝国基督教思想家。

物质，处于数百亿亿℃的高温之中。这就是人们所说的“大爆炸”。

问：在这之前就一无所有？

答：我们没有任何资料能追溯到一个先于这个事件之前的时期，也没有任何迹象能使我们向过去退得更远。天体物理学进行的一切观测，收集的一切数据都在这同一条边界上止步不前。这是否意味着宇宙“开始”于150亿年之前？这个大爆炸是否真的是一切起源的起源？我们对此一无所知。

问：可是从此以后学校里就是这么教的：宇宙开始于150亿年前的大爆炸，是光的一次巨大的爆炸。研究者们这些年来也一再这么说……

答：我们很可能是不善于表达，所以就被人们误解了。如果我们肯定在这个事件之前一无所有，我们就能够谈论一个开端，一种真正的开始。然而在那样的高温中，我们对于时间、空间、能量的概念都不再适用了。我们的规律不再起作用，我们失去了一切手段。

问：这有点像一种科学的回避，不是吗？当人们讲一段历史的时候，总是有一个开始的。既然现在谈到了“宇宙的历史”，为它寻找一个开端是并不愚蠢的。

答：当然，对于我们来说，所有的历史都是有一个开始的。但是不应该相信由此得出的推论。可以用伏尔泰的时钟来说明这个问题：在他看来，时钟的存在就证明了一

个钟表匠的存在。这个推论在我们的范围内是无懈可击的，但是对于宇宙的“时钟”还能适用吗？我没有把握。还应该知道的是，正如海德格尔①所说的那样，我们的逻辑是否就是终审，在地球上有效的论据是否能够推而广之适用于整个宇宙。唯一真实的问题是我们的存在问题，是现实的、我们的意识的问题：“为什么有一些东西而不是一无所有？”莱布尼茨②常常这样考虑。不过这纯粹是一个哲学问题，科学是回答不了的。

◎我们知识的边界

问：那么为了绕过这个叫人头疼的问题，能不能把大爆炸确定为空间和时间的开端呢？

答：我们不如把它确定为使这些概念变得可行的时刻。实际上，大爆炸是我们在时间和空间里的边界。我们之所以把它看作我们历史的零时，只是为了方便，而且也因为没有更好的办法了。我们就像面对一个海洋的探险家：我们看不到地平线以外是否还有什么东西。

问：如果我理解得不错的话，大爆炸其实是一种表示的方式，它并非真的是世界的边界，而是我们知识的边界。

答：完全正确。不过要注意，也不要因此就得出宇宙没有起源的结论。我再说一遍，我们对此一无所知。为了

---

① 海德格尔（1889—1976），德国存在主义哲学家。
② 莱布尼茨（1646—1716），德国自然科学家、哲学家。

简便起见，我们承认是在150亿年之前，在这种缓慢地构成的、无限又无形的混沌中开始我们奇特的经历的。无论如何，这是今天的科学能够再现的、我们的世界历史的开端。

问：专家们可以用一种抽象化来表示大爆炸。可是其他人就需要一种比喻。人们往往把它描绘成一个浓缩的物质的球，在一片强光中爆炸，并且充满了整个空间……

答：比较不是理由。这种描绘要以两个空间的存在为前提。一个充满了物质和光线，它逐渐侵入另一个虚无而寒冷的空间。在大爆炸的模型里只有一个空间，均匀地充满了光线和物质，它向周围膨胀：它的所有的点都在匀速地彼此远离。

问：很难想象。那么人们对于大爆炸能够有一种什么样的视觉印象呢？

答：如果假定大爆炸是在一个巨大的，也许是（但不一定）无限的空间的每个点上产生的话，人们在必要时就能保留它的形象。当然是很难想象的，但是应该对此感到惊讶吗？当我们接触到这样一些范围的时候，我们的能力就处于不习惯的场地上，我们的描绘就有点不适用了。

◎那么上帝呢？

问：无限也好，不是无限也好，这种形象与《圣经》所说的创世的形象非常一致："就有了光"……

答：当大爆炸理论在19世纪30年代初提出来之后，

正是这种相似长期以来损害了它的可信性。尤其是在教皇庇护十二世的历次声明以后更是如此：科学又见到了“Fiat lux”（有光!)。那个时候莫斯科的态度也是耐人寻味的。他们在彻底拒绝了这些“教皇的蠢话”之后，意识到这种理论可以证明历史唯物主义的信念。“列宁已经出色地说过了!”……然而，尽管有这些宗教的和政治的据为己有的企图，大爆炸最终还是被人们接受了。对它有利的证据在数十年里越积越多，现在几乎所有的天体物理学家都承认这种理论是宇宙历史的最完善的说明。只有英国的天体物理学家弗里德·霍伊尔除外，他是一个不变的宇宙的热情捍卫者：正是他为了嘲笑而给这种理论起了“大爆炸”这个绰号。这个名称就保留……

问：科学在它的道路上又发现了宗教，这毕竟不是什么可耻的事情。

答：条件是不把它们的步伐混在一起。科学力求理解世界；一切宗教（和哲学），它们通常都把赋予生活以一种意义作为自己的使命。两者只要各自呆在自己的领域里，是能够相互启发的。每当教会企图强加它对世界的解释的时候，就会发生冲突。我们回想一下伽利略，他向与他敌对的神学家们说道：“告诉我们怎样才能上天，然后再让我们对你们说天上是怎么回事。”我们也可以回想一下达尔文的学说是如何受到教士们的反对的。科学关心可见的和可以感知的现象，它不能阐述存在于可见事物“以外”的

东西。与一种普遍的看法相反，它并不排除上帝。它不能证明上帝的存在，也不能证明上帝不存在。这种论说与它无关。

问：无论如何，不但基督教，而且大量的神话不是都用大爆炸来解释世界的创造吗？这还是使人无所适从，不是吗？

答：在一些传统的叙事里，确实有一种逐渐变成一个有结构的宇宙的最初的混沌形象，这是许多宗教信仰所共有的。这种形象在埃及人、北美的印第安人、苏美尔人[①]那里都可以看到。这种混沌常常通过水上的形象来表现，例如是一个沉浸在黑暗中的海洋。玛雅人的传说认为“除了虚无的天和平静的海，深沉的黑暗中什么都不存在”。巴比伦的一篇文献说“整个大地都是海洋”。《创世记》里写道：“地是空虚混沌，渊面黑暗，神的灵运行在水面上。”鸡蛋的变形也常被引用。在鸡蛋里面，一种看起来是无形的液体变成了一只小鸡。这是宇宙进化的一种生动的形象。在中国人看来，这个鸡蛋分为两个部分，分别构成了天空和大地。不过在这些神话里，混沌是与水和黑暗联系在一起的。在现代的宇宙学里，它相反地是由热和光构成的。

问：但是在科学的叙述与这些神话之间的类似性是无可否认的……

① 两河流域（即美索不达米亚）的古代居民。

答：这是不是一种巧合呢？或者是一种直觉？无论如何，沿着这段历史走下去，我们会看到我们自己也是由大爆炸的尘埃构成的。也许我们身上就携带着对宇宙的记忆？

◎历史的发现

问：人们是怎样产生关于最初的混沌和宇宙演变的观念的呢？

答：在两千年里，哲学的传统都把宇宙看成是永恒的和不变的。亚里士多德对这个问题作了明确的表述，他的观点在两千多年里统治着西方的思想。在他看来，恒星是由一种不灭的物质构成的，而天空的景象是永恒不变的。今天靠着现代化的器具，我们知道他是错了。恒星是产生出来的，存在数百万年或数十亿年后消失。它们靠消耗自身的核碳氢燃料发光，燃料耗尽也就熄灭了。我们甚至可以确定它们的年龄。

问：没有人发表过天空能够改变的观点吗？

答：有的。一些哲学家曾经这样假设，但是他们的观点没有得到承认。公元前一世纪的罗马哲学家卢克莱修，断言宇宙尚处在年轻的时期。他为什么会有这种远远领先于他的时代的信念呢？他是根据一种巧妙的推理。他说，从我的童年时代开始，我就看到周围的一切技术都在变得完善。人们改进了船帆，发明了越来越有效的武器，制造出越来越精美的乐器……如果宇宙是永恒的，所有这些进步

早就实现过100次,1000次,100万次了!我就该生活在一个完美的、不再改变的世界上了。既然在我活着的这些年里,我能够看到这么多的改进,当然是因为这个世界并非永远就存在的……

问:出色的推断……

答:宇宙学用三种证明肯定了这一点:1. 世界在过去不是永远存在的;2. 它是处在变化之中;3. 这种变化表现为从不大有效到更加有效,也就是从简单到复杂的过渡。

◎追溯时间的器械

问:现代科学是建立在什么样的发现之上?

答:靠着物理学和天文学的器械,我们发现了宇宙的过去的痕迹。我们能够再现历史,正如史前学家根据遗留在洞穴里的化石再现人类的过去一样。

问:怎么再现呢?

答:在我们的范围内,光的速度极快,是每秒30万公里。在宇宙的范围内,这个速度就微不足道了。从月亮到我们这里光需要1秒钟,从太阳到我们这里要8分钟。但它从最近的恒星到我们这里要用4年,从织女星到这里要用8年,从某些星系到这里要用几十亿年。我们的天文望远镜现在可以观测很远的天体,例如类星体,它的亮度是我们的整个星系的亮度的一万倍。其中有一些距离我们120亿光年。所以我们看到的是它们在120亿年前的状态。

问：所以当您把天文望远镜对准宇宙的一个区域的时候，您观测的是它的历史上的一个时刻。

答：完全正确。天文望远镜是一种追溯时间的器械。历史学家们永远不可能凝视古代的罗马，天体物理学家们则相反地能够真正看到过去，观测天体在从前是个什么样子。我们看到了猎户座在罗马帝国末期时的星云。用肉眼都能看到的仙女座的星云，是一种200万年以前的形象。如果仙女座上的居民此刻在看我们整个行星，他们也有同样的时差：他们发现的是原始人的地球。

问：这就意味着我们在夜晚观察的天空，我们看到的天体，这些不可胜数的恒星，这些星系都只是一些错觉，是一种过去的形象？

答：严格地说，人是永远不能看到世界的现状的。当我看您的时候，我看到的是1%微秒之前的您，这是从您到我的光所需要的时间。1%微秒，即使对我们的意识来说是觉察不到的，但在原子的范围里来说就很长了。不过人在这段时间里不会消失，所以我能够毫无风险地提出您始终在这儿的假设。对于太阳来说也同样如此：它在8分钟之内并未改变它的光的行程。我们在夜里用肉眼看到的、组成我们这个星系的恒星，也还是比较近的，但是用大功率的天文望远镜探测的遥远的天体就不一样了。我看到的120亿年前的类星体今天确实已经不再存在了。

问：那么还能看得更远、更早，直到这个著名的边界

即大爆炸吗？

答：越是退向过去，宇宙就越是变得昏暗。在某个边界之外，光就不可能到达我们这里了。与这条边界相对应的是一个温度约为3000℃的时期。在约定的大爆炸的时钟上，宇宙已经有大约30万年了。

◎大爆炸的证据

问：大爆炸还是非常抽象的。人们甚至会考虑它是否真有其事，是否纯属科学家们想象的结果。

答：像任何科学理论一样，大爆炸的理论基础既是一切观测的结果，也是一个能从这些观测中得出数值的数学体系（爱因斯坦的广义相对论）。这种理论之所以可靠，是因为它已经正确地预言了一些观测的结果，这些预言已经得到了证实。这就证明了大爆炸不仅是科学家们想象的产物，而且触及了世界的现实。

问：不错。可是不能看到它，又怎么能描绘它呢？

答：人们可以看到它的许多表现。大约1930年，一位美国科学家埃德温·哈勃证实，所有的星系正在彼此远离，而彼此远离的速度是与它们的距离成比例的。有点像一块放在炉子上的布丁：随着它的膨胀，所有的葡萄就相互分开了。这种称之为宇宙膨胀的全部星系的运动，连速度都得到了证实，即每秒一万多公里。根据爱因斯坦的广义相对论，这种膨胀表明宇宙在逐渐冷却。它目前的温度约为绝对3

度，即摄氏 270 度。而这种冷却大约从 150 亿年前就开始了。

问：这是怎么知道的呢？

答：让我们看看事情的反面，以便试图再现当时的情况。在时间中追溯得越远，星系相互之间就越近：宇宙的密度越来越大，也越来越热，越来越亮。这样就能到达一个时刻，即将近 150 亿年之前，温度和密度都达到了庞大的数值。这就是人们所说的大爆炸。

问：我们的布丁是一个面团吧？

答：有人说过，比较是骗人的。用葡萄布丁作比较，意思是宇宙在过去比现在的宇宙要小。没有什么比这更不能肯定的了。它完全可能是无限的，而且过去一向就是无限的……

问：等一等！怎么可能设想一个从一开始就是无限的宇宙还能够变大呢？

答：“变大” 这个词对于一个无限的空间来说是没有意义的。我们就简单地说它要变得稀薄好了。为了便于理解，可以设想一个只有一维的宇宙：一根向左右都无限伸展的有刻度的尺子。我们想象它开始膨胀，也就是说每个厘米的标志都在与相邻的标志分离。线条之间的间隔越来越大，但是尺子始终是无限的。

问：可以想象这种星系运动的发现不是大爆炸的唯一证据。

答：这种证据有好几个。例如对于宇宙的年龄，可以

用不同的方式来衡量。或者通过星系的运动，或者通过恒星的年龄（分析它们的光）和原子的年龄（计算某些原子随着时间的推移而裂变的比率）。大爆炸的观念要求宇宙比最古老的恒星和最古老的原子更古老。那好！在这三种情况下，得出的年龄都接近于150亿年，这就加强了我们的理论的可靠性。而且我们还有化石……

◎空间的化石

问：化石？可以设想这不是贝壳或骨骼……

答：这是宇宙的最古老的物理现象，其特征可以使我们再现过去，就像史前学家用骨头的残片来推断过去一样。例如宇宙在一个温度为几千℃的时期里发射的“化石光”。这是在大爆炸以后不久存在的强光的一种遗迹，一种均匀地分布在宇宙中的苍白的闪光。它们以毫米辐射波的形式到达我们这里，可以在天空的各个方位用相应的无线电波进行探测。这是150亿年前的宇宙的形象，是世界的最古老的形象。

问：那么恒星之间的空间不是虚无的了？

答：光是由人们称为“光子”的粒子构成的。每立方厘米的空间里大约有400个光的粒子，其中绝大部分从宇宙的初期就在运行了，其余的是由恒星发射出来的。

问：它们是怎样计算出来的呢？

答：实际上我们是测量宇宙的温度。尤其是靠着空间探测器，我们能够达到很高的精确度：绝对 2.716℃。而在温度与光子的数量之间存在着一种简单的关系。计算结果是每立方厘米空间里有 403 个光的粒子。了不起，不是吗？

问：确实不错。

答：要补充的是这种化石光是由天体物理学家乔治·戈莫在 1948 年预见到的，也就是比真正观测到这种现象早了 17 年。他认为这种光是大爆炸理论的一种必然结果。

问：就是说理论的预见与今天的观测是一致的了？

答：哈勃的空间天文望远镜还为我们带来了许多证明。最近的一个例子是：我们看到了一个遥远的星系，似乎它处在一个宇宙更热的时期里。靠着这台天文望远镜，可以确定包容着一个距离我们 120 亿光年的星系的光的温度。测出的温度是 7.6℃。这完全是这种理论所预见的温度。在这个星系的光运行到我们这里的这段时间里，温度下降了 2.7℃，证明我们是生活在一个逐渐冷却的宇宙之中。

◎夜晚的黑暗

问：别的证据呢？

答：还有这个。氦原子同样是化石，它们在宇宙里的有限分布也是与这种理论一致的，并且表明了过去的宇宙达到过至少 100 亿℃。还有一些间接的证据，例如夜晚天

空的黑暗。

问：这怎么会是宇宙演变的一个证据呢？

答：如果恒星像亚里士多德主张的那样是永恒的和不变的，它们在无限的时间里释放的光的数量就也应该是无限的。那么天空就应该极其明亮。它为什么不是这样呢？天文学家们在几个世纪里为这个谜大伤脑筋。现在人们知道天空之所以黑暗，是因为恒星并非永远存在。150 亿年的时间不足以使光充满宇宙，尤其是因为恒星之间的空间在不断地增大。夜晚的黑暗是宇宙演变的一个补充的证据。

问：还有呢？

答：一个间接地证明宇宙在变化的证据直接来自广义相对论。这个形成于 1915 年的理论认为宇宙不可能是静止的。爱因斯坦如果善于正确地理解来自他自己的方程式的信息，他就能预言我们的宇宙是在演变之中，这要比发现这一点的人提前 15 年。

问：那么大爆炸的理论在今天不再受到任何反对了吗？

答：不如说在宇宙学的理论当中，大爆炸显而易见是最佳的选择。任何一种对立的说法都不能如此简单和合理地解释给人以深刻印象的一切观测的结果，都没有作出过那么多成功的预言……当然，大爆炸的说法还远不能令人满意，它还有许多缺陷和暧昧之处。这是一种正在犹豫和摸索中完善的科目。人们无疑还会对它进行修改，也许会

把它纳入一个更为广泛的方案之中。不过它主要的内容会存在下去的。

问：这些主要的内容包括什么？

答：概括起来是确认以下几点：宇宙不是静止的，它在冷却和变得稀薄。不过主要的、对我们来说是中心因素的是物质在逐渐地构成。最初的粒子组合起来形成越来越有形态的结构。这就是卢克莱修猜测的从“简单”到“复杂”、从不那么有效到更加有效的过渡。宇宙的历史，就是物质构成的历史。



第2场

宇宙的构成

上场次序：无形的粒子，处在一片无法描述的混乱之中。接着是它们组合的结果，最初的原子，也试图在炽热的天体内部通过爆炸结合起来。

◎用字母做成的浓汤

问：复杂的历史开始了。我们处在大约150亿年前的过去的边界上。那个时候宇宙是什么样子呢？

答：宇宙是一堆由基本粒子组成的均匀的泥浆：有电子（电流中的电子）、光子（光的粒子、夸克、中微子），以及一大堆被称为引力子等等的其他成分。把它们叫做“基本的”，是因为不能再把它们分解成更小的成分，至少人们是这样认为的。

问：人们通常说这是一堆原始的泥浆。也就是说这一切都是混合的、杂乱无章的。

答：我喜欢把它比作我小时候用字母形状的面团做的浓汤，我们还好玩地用这些字母来拼我们的名字。在宇宙里，这些字母，也就是基本粒子，将组合成词汇，词汇再形成句子，知道句子以后再排列成段落、章节、书籍……在每一个层次上，一切成分都重新组合，在一个更高的层次上形成新的结构。而每一种结构都拥有它的个别的成分所没有的特性。这是人们所说的"出射特性"。夸克组合成质子和中子以后，质子和中子组合成原子，原子组合成简单的分子，这些分子再组合成更复杂的分子……这是大自然的字母的金字塔。

问：这个过程用了多少时间呢？

答：大爆炸之后的最初十多微秒中，宇宙是一个由夸克和 gluon 组成的巨大的混合物。将近第 40 微秒，即温度下降到 10 的 12 次方（1 万亿度）以下的时候，夸克的组合产生了第一批核子：质子和中子。

◎第一秒

问：这么精确！人们连宇宙是存在 100 还是 150 亿年都不知道，怎么能知道宇宙的第一秒，甚至还是第一秒里的那些微不足道的部分？

答：无论发生在什么时候，问题毕竟是在于第一秒。

必须理解这个词的确切意义。第一秒指的是宇宙的温度为100亿度的时期。在第一秒以前，它的温度还要高得多。困难在于把这一秒置于我们的历史当中：可以说是150亿年左右。巨大的粒子加速器能够在极为短促的瞬间再现当时能量的极高的密度。这些密度适合10的16次方的温度，在宇宙的演变中，它们只存在了1微微秒。不过要再说一遍，这种时间的测定只有在大爆炸的理论中才有意义。这是一种约定的时钟，是一种探测。

问：可是我们看到面对大爆炸这个大变动，物理学已经到了它的极限，无能为力了。

答：我们具有两种很好的理论：非常精确地测定粒子的运动状态的量子物理学，只要这些粒子不处在太强的重力场之中；还有爱因斯坦的重力理论，它能说明天体的运动，但是对粒子的量子运动状态则一无所知。物理学的极限温度约为10的32次方（就是普朗克温度）。在这个温度下面，粒子恰恰被很强的重力场制服了！我们无法再计算它们的特性……还没有人能解决这个问题。这是我们50年以来的极限。我们需要一个新的爱因斯坦。

问：在新的爱因斯坦来到之前，我们还是谈谈第一秒吧。为什么宇宙不保持它的泥浆状态呢？是什么促使它形成结构的呢？

答：是四种物理的力主宰着粒子的，接着是原子的、分子的和巨大的天体结构的组合。核力把原子核连接在一

起；电磁力确保原子的凝聚；重力构成大范围内的，即恒星和星系的运动；弱力则在中微子的层次上进行介入。但是在最初的时间里，热分解了一切，并且阻碍着结构的形成。正如在我们的常温下阻碍冰的形成一样。因此必须等宇宙冷却，这些力才能发挥作用，并尝试物质的第一批组合。

◎力和我们在一起

问：但是这些了不起的力是从什么地方来的呢？

答：这是个极大的问题，到了形而上学的边界……为什么会有一些力？为什么它们具有我们所了解的数学形式？我们现在知道这些力在这里和在宇宙的边界上都是一样的，从大爆炸以来它们一点也没有改变，而宇宙的一切都处在变化之中，所以这就提出了一个问题……

问：怎么知道它们没有改变呢？

答：可以用几种方法来加以检验。若干年以前，一些矿业工程师在加蓬发现了一些成分完全特殊的铀的沉淀物。一切都表明这个铁矿曾受到强烈的辐射。大约在 15 亿年之前，这个矿井里自发地启动了一个天然的反应堆。把这些大量的原子核与我们的反应堆相比，可以证明核力在那个时期的特性和今天完全一样。同样把新光子的特性与老光子进行比较，就可以知道电磁力是否有了改变。

问：怎样才能做到这一点呢？

答：分光镜使我们能够探测来自一个遥远的星系的铁原子发出的光子。可以说，这是一些旅行了 120 亿年的"老"光子了。

问：这是一种很难理解的观念。真的收到一些能够抓住的老粒子了吗？

答：是的。在实验室里，可以把它们的特性与用铁的电极使一个电弧发出的"新"光子的特性进行比较。结果是：电磁力在这两代粒子之间的时期里没有改变。对大量的轻原子核的分析也表明，自宇宙在 100 亿度，即 150 亿年以来，重力和弱力都没有受到任何改变。

问：怎样才能解释这些力的丝毫不变呢？

答：像摩西的律法一样，这些定律存在于什么样的石板上[①]？它们是存在于宇宙"之上"，在柏拉图学派所钟爱的这个理念的世界里吗？这些问题并不新鲜，人们已经为此争论了 2500 年了。天体物理学的进步又把这种哲学争论提上了日程，但并未因此就使它得到解决。我们所能说的就是与不断变化的宇宙相反，这些物理定律是不变的，无论在空间或时间里都是如此。在大爆炸理论的范围内，是它们使变化越来越复杂。此外，这些定律的特性更为惊人。它们的代数形式和数值显得特别协调。

问：它们为什么要"协调"？

答：我们的数学模拟证明了这一点：如果它们稍微有

① 据《圣经》记载，摩西曾在西奈山传授上帝刻在两块石板上的十诫。

一点区别的话，宇宙就永远脱离不了它最初的混沌状态，任何复杂的结构都不会出现，哪怕是一个糖的分子。

问：这是什么原因呢？

答：假定核力稍微再强一点，所有的质子就会迅速组合成重核，就不会有确保太阳长存和地球水面的氢了。核力正好强得能够产生一些重核（碳的和氧的重核），但又不太强，不至于把氢彻底消除。恰当的定量……在某种程度上可以说，宇宙在最初的时刻里就已经潜藏着复杂性、生命和意识，似乎是记载在这些定律的形式本身里一样。不是作为“必然性”，而是作为可能性。

问：这不是一种“由果溯因的”推论吗？我们今天证实这些定律把进化一直引向了人类，这并不意味着它们是为此而产生的。

答：这是一个抽象的问题：大自然里有没有一种“意图”？这不是一个科学的问题，而更是一个哲学的和宗教的问题。就我个人来说，我倾向于肯定的回答。但这种意图采取的是什么形式，这种意图又是什么？这是我最感兴趣的问题。可是我无法回答。以一种寓意的方式，再加上许多引号，可以说如果“大自然”（或者宇宙，或者现实）有过产生有意识的人类的“意图”，它就会准确地“做好”它做过的事情。当然，这是一种“由果溯因的”推论，但是它并不因此就失去了它的意义。

◎月亮的教训

问：人们是从什么时候开始知道存在着这些自然定律的呢？

答：认识它们需要许多个世纪。希腊的哲学家们已经在寻找他们认为是主宰宇宙形成的“最初的元素”。亚里士多德把世界一分为二：“月亮下面的”（我们的）世界，这个世界在不断变化，木头要腐烂，金属会生锈；“月亮上面的”空间，那里布满完美不变和永恒的天体。

问：在那个最好的世界里的一切都是最好的。

答：这种认为天体尽善尽美的观念长期影响着西方的思想。太阳黑子用肉眼就能看到，也已经被古代的中国人认识，但是在伽利略以前的西方却从未提起。“我看得见才相信”这句话也可以反过来说：“我相信了才看得见。”当伽利略用他的望远镜观察到月亮上的山峰的时候，一切都成了问题。月亮像地球一样。地球是一个天体。没有两个世界，只有一个唯一的、到处都由同样的定律支配的世界。牛顿走得更远：在他看来，使苹果落地和使月亮保持围绕地球的轨道，以及使地球围绕太阳旋转的力都是相同的。这就是他以后用来解释行星运动的“万有”引力。地球物理的定律适用于整个世界。

问：这仅仅是一种力……

答：在 19 世纪，人们早就认识了把绒毛吸到琥珀上的电力，以及确定指南针的方向的磁力。许多物理学家的研究表明，这实际上只是一种名为电磁的力，它在不同的环境里有不同的表现方式。在 20 世纪，人们发现了两种新的力：核力和弱力。1970 年前后，有人证明了弱力和电磁力也是所谓"电弱力"的不同表现。物理学家们喜欢把所有的力都统一起来，但这在目前来说还只是一个梦想……

问：在本世纪里发现了两种力，为什么不会有别的力呢？

答：这是可能的。物理学家为所有的力编制目录，就像植物学家为所有的花朵编目一样。我们没有任何根据可以说这张清单已经编制完了。十年前，有人提出过第五种力的观点，但是没有经得起分析。

◎最初几分钟

问：在我们历史的开端，这四种普遍的力是如何起作用的？

答：当温度很高的时候，热的动荡使一切能够形成的结构迅速地分解。随着温度的降低，这些力按照强度的次序发生作用。首先是核力：当宇宙在大约 20 微秒的时候，夸克三个三个地组合成核子（中子和质子）。

问：为什么三个三个的呢？

答：这些粒子是偶然组合的。但是某些组合不能持久。

如果它们是两个两个地组合，组成的对子是不稳定的，而且立刻就分解了。只有两种三个一组的组合能存在下来：一种是两个“上”夸克和一个“下”夸克组合成一个质子，另一种是两个“下”夸克和一个“上”夸克组合成一个中子。稍晚一点，核力就促使这些新的结构形成两个质子和两个中子的组合，以便组成第一个原子核，即氦的原子核。那时温度降到了100亿度，宇宙的年龄已经有一分钟了。

问：要一分钟才能产生第一个原子核！

答：这些力只能在某些温度下才能显示出来，有点像水结成冰一样。如果太热，它们就不再起作用。如果太冷，同样也不起作用。经过最初的几分钟之后，宇宙冷却了，它抑制了核力的活动。宇宙的成分为75%的氢原子核（质子）和25%的氦原子核。这种构成在数十万年里毫无变化。

问：一分钟的骚动，和数十万年的等待！这种演变可并不连贯！

答：复杂性不是以规则的步伐形成的。当温度降到3000度以下的时候，电磁力开始起作用了。它使电子进入了围绕原子核的轨道，由此创造了第一批氢原子和氦原子。自由电子的消失的结果是使宇宙变得透明了：光子，这些光的粒子，不再受宇宙的物质的影响了。它们在空间里游荡，逐渐变成了能量。它们现在还始终在那里衰老和蜕变，构成化石光……然后演变进入了第二次暂停，还要等上一亿年才会重新开始。

◎最初的星系

问：这一次是什么促成的呢？

答：是重力的影响，物质迄今为止都是均匀的，现在开始结块了。自从电子被原子核截取以来，活动范围自由了，一些大范围的结构得以形成。从前，任何集中物质的企图都会由于质子对电子的作用而被抵消。这一次物质能够凝聚成星系……

问：这一次人们不禁还是要问：为什么会这样呢？

答：应该承认，我们对这段历史时期的了解还很不够。盎格鲁撒克逊的研究者们还把它形容为"宇宙学的黑暗时代"。对COBE卫星的观测表明，当时的物质不是完全均匀和等温的。于是稍高于平均温度的区域就起着星系的"胚胎"的作用。它们的引力逐渐把周围的物质向它们吸过去。它们的质量就增大起来。这种"滚雪球"的效应使它们越来越大，直至形成了我们今天在天空中看到的壮丽的星系。

问：这种现象是在同样的时刻到处都产生的吗？那么在宇宙里就没有虚空了？

答：宇宙分成星系团、星系、恒星团和个别的恒星。例如我们的太阳系就属于一个名为"银河"的星系，它是由几千亿颗恒星组成的，总起来形成了一个直径为10万光年的圆盘。

问：宇宙当中的一粒灰尘……

答：它属于一个由20来个其他星系组成的局部的小星系团（其中有仙女座和两块麦哲伦云），这个小星系团又属于一个更大的星系团，即室女座，它聚集了几千个星系。这个超星系团的中央有一个巨大的星系，比我们这个星系要大100倍，其他的星系都被它吸引过去。可以说是一个吃同类的星系……

问：很有意思……

答：在超过10亿光年的范围内，宇宙是极为均匀的。一切都分布得几乎同样均匀。没有“虚空”，而且没有什么比宇宙的一个区域与另一个区域更相像的了。

问：在那个时期，宇宙就要改变模样了。

答：大爆炸以后大约一亿年的时候，它就不像最初的均匀的泥浆了。它有了我们认识的模样：一个密度很小的辽阔空间，布满了这些密度比它高10万倍的壮丽的星系之岛。在这些星系的内部，物质在重力的作用下聚集起来并形成天体。这就引起了温度的提高。天体因而摆脱了在它们周围进行着的普遍的冷却。它们变热并且释放能量：恒星开始发光，最大的恒星比我们的太阳要重50倍，它们的原子的碳氢燃料在300至400万年内就会耗尽。不那么大的恒星则可以存在数十亿年。

问：为什么它们是球形的呢？

答：重力在做些什么？它在吸引物质。在什么样的形

状里所有的成分相互之间最为接近？是一个球！这是恒星都是球形的原因，行星也同样如此，只要不是太小。在一个半径大于 100 公里的天体内部，重力超过了使物质变得坚硬的化学力，迫使这个天体变成球形：月亮是圆的，木星的卫星也是圆的。相反，火星的卫星更小，重力不足以使它们大堆的岩石变圆。它们不是球形的。

问：可是星系也不是球形的，这是为什么？

答：是它们的旋转把它们压扁了，成了圆盘的形状。我们的地球由于旋转也稍微有点扁平。太阳也同样如此。

◎为什么恒星不掉下来

问：为什么这些恒星没有互相吸引过去呢？

答：牛顿提出过这个问题。他想，既然恒星是有质量的物体，它们相互之间就是彼此吸引的。为什么一些恒星没有落到另一些恒星上面去？月亮之所以没有在地球上摔碎，是因为它绕着我们旋转：它的运动产生的向心力抵消了重力。地球和太阳也一样：地球围绕太阳旋转，所以没有在太阳上摔碎。恒星是怎么回事？牛顿从未解开这个谜。

问：那答案是什么呢？

答：在牛顿的时代，人们还不知道星系的存在。今天我们知道太阳系在围绕着银河系的中心旋转。正是这种运动使它和一亿颗其他恒星一样留在轨道上，没有落到银河

系的核心里去。

问：然而是什么在阻止星系互相坠落呢？大家知道宇宙是没有中心的。

答：没有。这一次，答案是在于宇宙的膨胀，在于一切星系的总的运动。人们观测到它们彼此之间越来越远。产生最初这股推动力的原因，现在仍然是一个思辨的主题。

问：这种运动将持续多少时间？

答：对这个问题没有确定的答案。设想一下您看到您头上的蓝天里有一个石块，那么有两种可能性：要么这个石块正在向您落下来，要么这个石块正在向上升去。在这种情况下会发生什么呢？还是有两种可能性：要么它很快落到地球上，要么它摆脱地球的引力，永远不再回到地球上来了。这一切取决于它被扔出去时的速度。如果速度低于每秒 11 公里，它就会落下来。否则它就会挣脱地球的引力。

问：对星系来说也同样如此吗？

答：它们在远离我们，但是它们的运动却由于它们对自身所产生的重力而变慢。它们相互之间的吸引取决于它们的数量和质量，也就是宇宙物质的密度：如果密度很小，星系就会继续无限地远离（这是“开放的宇宙”的情况）；如果密度很大，星系最终会使它们的运动颠倒过来并彼此吸引（这是“封闭的宇宙”的情况）。这是宇宙的两种可能的未来。

问：人们倾向于哪一种呢？

答：第一种。宇宙将会无限地伸展和冷却下去。不过这个答案尚未最终确立。但是无论如何，我们已经知道宇宙的膨胀至少还要延续 400 亿年。



第3场
地 球

在空间的荒漠中，最初的分子开始了一场不间断的圆舞，并且在一个不大的星系的边缘产生了一个奇特的行星。

◎恒星的坩埚

问：一个无限的荒漠，这里那里有一些碎裂为恒星的星系组成的小岛……大爆炸以后19亿年，物质的泥浆形成结构，显出了容易辨认的模样。这一切似乎是稳定的，宇宙本来可以保持这个样子。可是演变却又一次要开始了。为什么呢？

答：是最初的恒星重新举起了演变的火炬。当时宇宙的其他地方仍然在继续冷却，而恒星的温度却大为升高。它们成了物质成形的坩埚，要使物质越过宇宙演变的一个新的阶段。宇宙在最初几秒内的组合又将在恒星上重演了。

问：它们的运动可以说像局部的小的大爆炸吗？

答：在某种意义上来说是如此。重新变热的原因是恒星由于自身的重量而收缩。当温度达到大约 1000 万度的时候，核力又“醒”了过来。像大爆炸一样质子相互组合形成了氦。

问：我们记得起源时的宇宙停留在这个阶段上……

答：这些核反应以光的形式在空间里释放出大量的能量。恒星发出了光芒。我们的太阳就是这样，45 亿年来一直在使氢“碳化”。更重的恒星要亮得多，它们的氢在几百万年里就会耗尽。于是恒星再次收缩。它的温度上升，直至超过一亿度。氢的灰烬氦也变成了一种碳氢燃料。于是一整套的核反应造成了前所未有的组合：三个氦核组成碳核，四个氦核组成氧核。

问：但是为什么在大爆炸的时候没有产生这些反应呢？

答：三个氦核的相遇和合成是一种极为罕见的现象。要达到这一步需要很多时间。在大爆炸的时候，核活动的时间只有几分钟，对于制造大量的碳核来说是太短暂了，这一次在恒星里，组合可以进行几百万年。

问：那么每个恒星都开始制造碳核和氧核吗？

答：在后来的几百万年里，恒星的中央确实布满了碳核和氧核，这些成分在以后的历史里将起到一种主要的作用。尤其是碳，由于它特殊的原子形状，很容易产生将介入生命起源的长长的分子链。氧将参与水的组成，而水是生

命的另一种必不可少的成分。

◎恒星的尘埃

问：这个时候恒星在继续收缩？

答：恒星的核心向自身凹陷，而它的大气圈却在迅速膨胀并变成红色，它成了一个巨大的红球。当它超过10亿度的时候，它产生了更重的原子核，即金属的原子核，铁、锌、铜、铅、金……直到由92个质子和146个中子组成的铀，甚至还有更多一点的。我们知道的大自然里的一百来种成分，就这样在恒星里制造出来了。

问：这会持续很长时间。

答：不，因为现在行星的核心向自身倒塌。原子核互相碰撞和重新活跃起来，因此引起了一股巨大的冲击波，导致了这个天体的爆炸。这就是人们所称的一颗超新星，一种像10亿颗太阳那样照亮天空的闪光。恒星自身在其整个存在过程中产生的一切珍贵的成分，就以每秒钟几万公里的速度被推向空间。它们就像是在炉子上的菜肴，在即将烧焦的时候被大自然及时地取了出来一样。

问：同时炸毁了炉子！

答：大量的恒星就这样死去了。不过它们在原地留下了一个收缩的恒星残骸，它将会变成一颗中子星或者一个黑洞。像太阳这样的小恒星熄灭得比较缓慢。它们并不剧烈地排出它们的物质，并且变成白矮星。它们缓慢地冷却，

最后成为不发光的死去的天体。

问：从死去的恒星里跑出去的这些原子变成了什么呢？

答：它们在恒星之间的空间里随意游荡，与分散在整个银河系的大块的云状物质混合在一起。空间现在成了一个真正的化学实验室。在电磁力的作用下，电子进入了围绕原子核的轨道，形成了原子。原子组合成越来越重的分子，某些分子聚集了10来个原子。氧与氢的组合产生了水。氮与氢形成了氨。甚至还有乙醇的分子，我们的掺有酒精的饮料的分子，是由2个碳原子，1个氧原子和6个氢原子构成的。这些就是后来在地球上组合起来形成有机体的原子。我们的确是由恒星的尘埃做成的。

◎天体的公墓

问：在那个时候，宇宙里只有气体，恒星的火球，还没有固体的物质。

答：它们这时候出现了。某些来自恒星的原子如硅、氧、铁等在冷却的同时，组合起来形成了最早的固体成分：硅酸盐。这是小于微米（千分之一毫米）的微粒，包括几十万个原子。重力对恒星之间的云状物质产生作用，导致它们向自身倒塌，引起新的恒星的产生。其中有一些会像我们这颗恒星一样带有一队行星。而这些行星的内部则包含着由死去的恒星产生的原子。

问：这就是说恒星必须死去才能够产生别的恒星。新的产生需要老的死去，在空间里就已经这样了！

答：我们的生物圈的原子必然是在恒星的坩埚里创造出来，并且在恒星死亡时被释放出来的。这些恒星和原子混杂的产生，是在大爆炸之后大约几亿年之后开始的，而且还会持续数百亿年。宇宙变成了一座天体的森林：天体有大有小，有新的、正在死去的、老的，老的分解后就成了产生新恒星的沃土的肥料。在我们的星系里，现在平均每年还形成三颗恒星。所以在很晚的时候，只是到了45亿年之前，一颗与我们特别有关的恒星，我们的太阳，才在一个螺旋形的星系、银河系的外围产生出来。

问：为什么是螺旋形的呢？

答：由于所有的恒星都围绕着它的中心快速旋转，我们的星系就有了扁平的圆盘形状。螺旋臂的起源来自万有引力现象，但人们对这些现象知之甚少。银河这个穿越布满恒星的夜空，巨大而发光的挪亚方舟，就是所有这些沿着这个围绕其中心旋转的星系的圆盘分布的恒星的形象：我们的太阳系走完一圈大约需要两亿年。

◎一颗普通的恒星

问：我们的太阳与其他天体有什么区别？

答：它在我们的星系里完全是一颗普通的恒星。在1000亿颗恒星中，至少有10亿颗与它相像得难以分辨。在

45 亿年之前，当太阳在银河的一条外部的臂上产生的时候，它比现在要大得多，而且是红色的。它逐渐收缩、变黄，内部的温度则在增高。经过了 1000 多万年，它开始把它的氢变成氦，就像一个巨大的氢弹一样，不过氢弹里氢的流量是受到控制的。这种核聚变的现象保证了它的稳定性和它的明亮。

问：这颗平凡的恒星毕竟成功地吸引了一些行星，还构成了一个围绕它的体系。

答：这在星系里很可能是一种相当普遍的现象，尽管我们的手段有限，还只能探测到一些例子。像地球这样的行星的形成，只能是比较新近的事情。我们这队行星的固体主要是由氧、硅、镁和铁构成的，这些原子是通过一代又一代的恒星的活动逐渐形成的。它们需要几十亿年的时间，才能在恒星之间的云状物质里积聚起足够的数量。测定过月亮以及许多陨星的年龄以后，发现它们完全一样：45.6 亿年。太阳和它的行星是同时产生的，那个时候我们的星系已经有 80 多亿年了。

问：行星是如何形成的？

答：我们不太清楚这一点。恒星之间的尘埃排列在恒星的胚胎周围，形成了一些类似木星光环的圆盘。然后这些小天体逐渐组合起来，构成一些越来越大的岩石的结构。它们经常碰撞，石块或是撞碎或是互相捕获。某些更重的石块吸引其他石块，最终堆积成了行星。月亮上无数的火

山口和太阳系里的许多别的天体，都保留着这些使它们增加质量的猛烈撞击的痕迹。这些撞击释放出大量的热量，还要加上来自某些原子的放射性的能量。

问：这一切还处在熔化状态之中吗？

答：在诞生的时候，大行星都是一些炽热的火球。行星越重，热量就越多，排出热量所需要的时间也就越多。像小行星这样很小的天体，需要的时间很短，月亮和水星用了大约几亿年的时间，就把它们最初的热量排到空间里去了。这些天体的内部早就没有火了，因而也没有地质活动了。地球就需要更多的时间，现在它的内部还是一个火场，能够引起岩浆对流的运动。这些现象是大陆位移、火山喷发和地震的根源。这种地质的不稳定性倒也是很珍贵的：它引起气候的变化，而气候在生物的进化中起着重要的作用。

◎液态的水

问：我们的行星与其他行星的区别是什么？

答：它是唯一拥有液态水的行星。水在太阳系里是很多的。木星和土星的卫星由于温度很低，上面的水都是冰；在离太阳更近的金星上，水在酷热的大气层里就是蒸气。地球的轨道使它保持着适当的距离，可以使水处于液体状态。

问：空间探测器表明火星上有干涸的运河，这些干谷似乎证明了它同样有过液态的水。

答：至少在10亿年之前，它的表面上很可能有液体流动，但是早就没有了。为什么呢？原因还不太清楚。由于它的质量小，它的地质活动现在很微弱。

问：那么地球上的水是从什么地方来的？

答：我们回过来看看这些当恒星死亡时被抛到空间里的物质的急流。一些尘埃形成了，水和二氧化碳在尘埃上结成了冰。当这些尘埃堆积起来成为行星的时候，冰就以喷泉的形式蒸发和渗到行星的表面上来。另外，彗星里也有很多的冰会落在这些行星上。

问：地球就把这些水保存下来了？

答：它的重力场足以把这些水分子留在它的表面，而它与太阳的距离又能使水保持液态。在最初的时候，地球始终受到由年轻的太阳发出的紫外线的强烈照射，它的大气圈里奔腾着无边的旋风，时时划出巨大的闪电，就像现在金星上的景象一样。

◎水的赠与

问：可是金星为什么没有经历同样的过程呢？

答：人们的确不了解这一点。这两个行星是非常相像的，实际上它们有着相同的质量和数量相同的碳……不过在金星上，这种碳是在大气层里，而地球上的碳则是存在于海洋深处的石灰石。然而这两个行星最初的大气成分也是非常相像的。

问：那么差别是怎样产生的呢？

答：人们认为我们行星表面上的液态的水起着决定性的作用。靠着这层水面，最初大气层里的二氧化碳才得以溶解，成为碳酸盐沉入海底。金星比我们离太阳更近一些。它从一开始就没有液态的水，原因很可能在于温度的差别。包裹着它的二氧化碳产生了一种巨大的温室效应，使它的温度保持在500度，因此这两颗几乎相同的行星的演变方式就大不相同了。

问：没有液态的水，这段历史也就不会有下文了。

答：我认为是这样的。液态的水对于宇宙的复杂性的出现起着首要的作用。海洋的水面挡住了空间的电离辐射，水面下就开始了一种激烈的神秘变化。它通过分子的相遇和组合，产生了越来越多的分子结构。在生物出现之前的这些进化的最初阶段里，从烧红的巨星里产生的碳将发挥最重要的作用。

◎大气层的外貌

问：为什么碳会有这么大的成就呢？

答：这是用来构成分子的最理想的原子。它有四个小钩，能够在许多原子之间起到一种连接的作用。它造成的连接极为灵活，可以迅速地组合和分解，这对于生命现象来说是必不可少的。硅同样有四个小钩，不过它的连接就僵硬多了。它造成了一些像沙一样的稳定的结构，但是不可

能屈从新陈代谢的限制。

问：所以认为宇宙的任何地方会有以硅为主要成分的生命形式的想法是荒谬的了？

答：这是极不可能的。在我们的星系里，和在临近的星系里一样，用射电望远镜分辨的有四个以上原子的分子总是包括碳，但从来没有硅。这个观测结果充分表明，即使在别的地方有生命，它同样是由碳构成的。

问：一旦地球的大气层构成之后，生命的出现也就为期不远了，对吧？

答：当地球在45亿年之前诞生的时候，环境是很不利的。地面温度太高。再说在那个时期，空间里有许许多多的小天体，它们后来被更重的天体吸收了（太阳系收拾了它自己的家）。陨星和彗星也在进行极其猛烈的轰击。对最近一次于1986年经过的哈雷彗星的研究，表明它含有大量的碳氢化合物。头10亿年的碰撞很可能除了水之外，也把大量的复杂分子带到地球表面上来了。这些在过去的时代里被认为是带来死亡和破坏的彗星，很可能对生命的出现起着有益的作用。在地球诞生之后不到10亿年，海洋上就充满了蓝色的藻类，即最早的有机体。

◎宇宙的怀孕期

问：最漫长，最缓慢的第一幕结束了。经历了宇宙的数十亿年的历史之后，我们来到了地球上。从那时起，这

个行星上的事物的发展就大大加快了。

答：这一次分子是由几百个、几千个、几百万个原子组合而成的。从大爆炸以来，物质攀登过复杂性这个金字塔的台阶，只有微不足道的成分达到了一个与下一个台阶相连的台阶上。只有为数极少的产生于历史开端时的质子形成了重原子。只有很少的简单分子排列成复杂分子，也只有极少的复杂分子将参与生命的结构。

问：与此同时，这个演变的第一幕似乎是千篇一律。

答：不错。宇宙在空间的任何地方都造成了同样的结构。在最遥远的恒星或星系里，我们从来没有观测到一个在实验室里所没有的原子。

问：这意味着在别的地方也可能有同样的历史过程，其他行星上也会有生命。

答：人们注意到在任何地方夸克都组合成质子和中子，它们再组合成原子，原子再组合成分子。在任何地方，恒星之间的云状物质都凹陷而成为恒星。可以设想其中的某些恒星带有一些行星，而某些行星包含着有利于产生生命的液态的水。这一切都是言之成理的，不过还有待于证明。

◎地球的一天

问：时间同样也收缩了：我们的历史越向前进，演变也就越快。

答：是的。如果把我们这个行星的45亿年压缩成一

天，假定它产生于零时的话，生命就在将近早晨5点钟的时候诞生，而且在整个一天里都在发展。直到晚上8点钟才出现了最早的软体动物。接着到晚上11点钟产生了恐龙类，它于晚上11点40分灭绝，使哺乳动物的迅速进化有了充分的自由。我们的祖先只是到午夜之前的5分钟才出现，直到最后一分钟他们的脑容量才增长了一倍。工业革命则是在最后的1%秒才开始的。

问：而我们周围的许多人都相信他们从最后的1秒以来所做的事情将永远延续下去。在这个第一幕的过程中，人们不能不看到一种逻辑，一种复杂性的冲动，它把宇宙推向从混沌到智慧的接二连三的、像俄罗斯的玩偶一样套在一起的结构。冒昧地说，是一种意义……

答：我们已经充分证明了我们的宇宙从它最初的无形状态变成了一整套越来越有形状的结构。这种变化的原因可以用各种物理力对冷却中的物质的作用来解释。没有宇宙的膨胀，没有恒星之间的巨大的虚空，这段历史就不会有第二幕。不过这只是把疑问退了一步，把我们重新引向对一切定律的思考。“为什么有一些定律而不是没有定律”的问题，在我看来属于莱布尼茨的这个著名问题的逻辑系列：“为什么有一些东西而不是一无所有？”

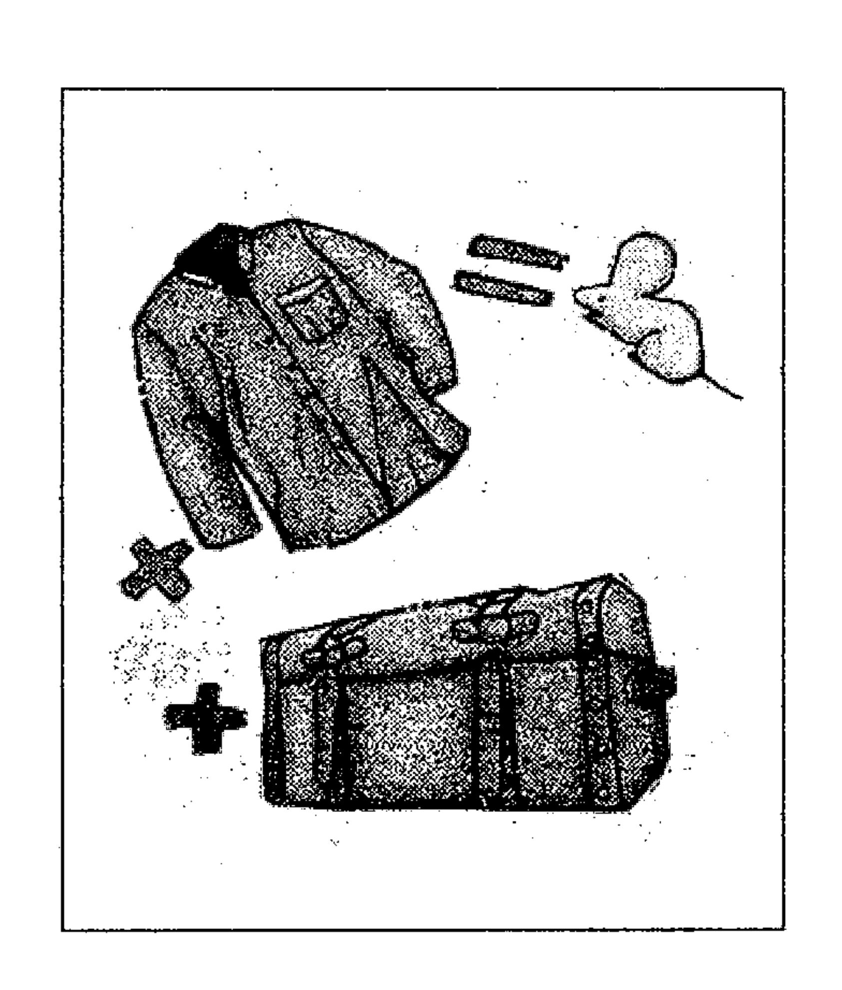
问：生命的出现处在这个发展过程之中吗？

答：过去人们常说生命出现的可能性，就像看到一只猴子坐在打字机前写莎士比亚的作品一样微乎其微。今天，

我们有许多理由可以认为，在一个适当的行星上出现生命远不是不可能的。无论如何，可能或者不可能，都可以断定从宇宙最初的时间开始，生命出现的可能性（但不是必然性）——若埃尔·德·罗斯内将要叙述其奇特的经历——就已经处在物理定律的形式本身之中了。

第二幕

生　命



第1场

最初的浓汤

离一个适当的天体既不太近又不太远，地球独自在它的面纱后面接替恒星继续着物质的演变。

◎生命产生于物质

问：认为在宇宙的演变与生命的进化之间有一种连续性，这种观点的出现还为时不久。在以往的时代里，人们把物质与生命严格地分开，似乎它们属于两个不同的世界。

若埃尔·德·罗斯内：生命能够繁殖，利用能量、进化、死亡……物质是无生命的、静止的、不能繁殖的。一方面是生命的世界，另一方面是矿物的世界，相比之下，人们不禁要认为它们是对立的。但是从前人们不知道分子是由原子组成的，也不知道细胞是由分子组成的。于是人

们就把生命在地球上的出现解释为神的意志，或者是一种异乎寻常的巧合。这实际上是掩盖自己的无知的一种方式。

问：那么在这个第二幕里就没有巧合？

答：有些科学家不久以前还在谈论一种“创造性的巧合”：他们认为在最初的地球上，某些化学物质偶然地组合起来，产生了最初的有机体，这是一种只有地球上才有的事件。今天这个假设不再流行了。

问：那么可以毫无保留地肯定生命产生于物质吗？

答：近年来，大量的发现和实验证实了本世纪 50 年代发表的这个杰出的观点：生命是物质的长期演变的结果，自从大爆炸的最初的组合以来，这种演变在地球上继续进行，从最初的分子到最初的细胞，从植物到动物。因此生命的这个长达几亿年的发展过程，完全是同一种历史、即复杂性的历史的一个阶段。在地球诞生以后，分子组成大分子，大分子组成细胞，细胞组成有机体。生命来自这些新的构成的相互作用和相互依存。

◎必然性没有巧合

问：那么是否像于贝尔·雷弗提出的那样，可以说生命的出现是完全可能的呢？

答：雅克·莫诺总是说“必然性”：在一些已知的条件下，使物质形成结构的定律必然产生越来越复杂的体系。可以认为，如果把一个有机体的出现与一块石头相比，

它实际上是不可能的。但是如果放在时间的延续，放在我们历史的过程里去看就不是这么一回事了。

问：这会令人想到我们即将描绘的这一场也可能发生在宇宙的其他地方。

答：不错。可以设想在与一个天体距离适当的一个行星上能产生生命。可以设想它大得能够保持一个由氢、甲烷、氨、水蒸气和二氧化碳组成的密集的大气层。可以设想这个行星的冷却引起了内部的气体的排除并凝结为液态的水，还可以设想在大气层里的化学组合有助于在水里积聚免受紫外线照射的分子。所有这些条件都不是特殊的，在宇宙的许多区域里都能够具备。那好！在这种情况下，就有极大的可能性出现生命的体系。这就是像于贝尔·雷弗这样的许多科学家认为生命可能在别的地方、在我们的或其他的星系里出现的原因。

问：必然性，没有巧合。

答：是的。任何拥有水并且与一个发热的恒星保持适当距离的行星，都有可能积聚复杂的分子和小的球形颗粒，它们将与它们的环境交换化学物质。从必然到必然，化学演变导致了一些初级的生物。

◎制造一只小鼠的处方

问：生命产生于物质，这有点像从前人们在谈到自然发生时所说的话。因此我们的祖先没有完全弄错……

答：确实如此。不过他们是认为生命就这样从分解的物质中自发地产生的。泥土里产生蚯蚓，腐肉里产生苍蝇，在 17 世纪，一位有名的医生甚至开出了一张制造小鼠的处方：您把一些麦粒和一件浸透了汗水的脏衬衣放在一只箱子里，再等上 21 天。对此说一声不对就够了吗？后来靠着最初的显微镜，人们发现存在着很小的机体、酵母、在分解的物质里迅速繁殖的细菌。于是人们断定生命一直是以极为微小的形式从物质里产生出来的。

问：这种看法不是完全愚蠢的。

答：基本的观点是正确的，然而推论是错误的：生命并非自发地产生，它需要很多时间才能出现。1862 年，巴斯德证明不仅在空气里，而且在我们的手上和物体上，在环境里到处都存在着一些微生物的病菌，因此在肉汤培养基里观察到的微小的机体是传染的结果。巴斯德用糖萝卜、蔬菜和肉做汤，把它封闭在球形的曲颈瓶里，天鹅形的瓶颈很长，以便隔绝外部的空气。他把汤煮沸杀菌，这个曲颈瓶里就不再有任何生命。

问：证毕：生命不能自发地产生。

答：是的。不过在这样做的时候，他又使生命起源的问题变得模糊起来，长期得不到解决。因为由于他的缘故，人们得出了生命不能产生于无生命的物质，只能产生于……生命的结论。那么如何解释它最初的出现呢？只有三种答案：神的介入，但是这不再是科学了；巧合，类似于一个奇迹，

这是很难接受的假设；或者是一种地球之外的起源：由陨星带来一些生命的胚胎，这个答案没有解决任何问题。

◎达尔文的直觉

问：人们毕竟还是甘心情愿地在物质与生命之间架起了一座桥梁。

答：不错。必须越过巴斯德造成的阻碍，并且懂得无生命不是“自发地”，而是在数十亿年里逐步地产生生命的。是达尔文提出了这个基本的概念：时限。

问：不过他谈的是各种动物的起源。

答：不止这些。达尔文当然发现了生物物种的进化原则：从第一个细胞到人类，在时间的长河中，通过连续不断的变化和自然选择，一切动物都在繁殖后代的同时改变着自己。然而人们常常忘记了他也曾提出，还在出现生命和第一批细胞诞生之前，原始的地球就经历过分子的进化了。

问：一种卓越的直觉！

答：是的。他甚至懂得这种断言为什么难以证明，在大自然里也很难观察到。他解释说：如果今天在一个水塘里有能够进化的分子的话，它们也不会成功，因为现存的生物物种会消灭它们。这是一种很有预见性的判断：因为生命一旦出现就侵袭了一切，它吃掉自身的根源，并且阻止其他类型的进化与它同时进行。

◎鸡与蛋

问：怎样才能证明生命确实是由物质“传下来”的呢？

答：通过在实验室里重现这种进化。现在我们知道从原始的地球上的分子到第一批生物的所有阶段，并且可以在试管里部分地重演。在19世纪末，一位研究者已经创造了一种碰撞，以此成功地制造了尿素，生命的一种成分，是由碳、氢和氮组合而成的。但是这还不足以消除认为生命只能产生于生命的陈旧偏见。

问：这是鸡与蛋的故事。

答：一点不错。这个怪圈被两位研究者打破了：苏联的生物化学家亚历山大·奥帕林和英国人约翰·霍尔丹。他们指出原始地球上的环境与今天是大不相同的。那时既没有氮也没有氧，而是由氢、甲烷、氨、水蒸气组成的不宜生存、但是有利于产生复杂分子的混合物。在20世纪50年代，法国人泰亚尔·德·夏尔丹也是这方面的先驱者，他重新采用了达尔文关于物质进化的观点，认为在原始的地球上，有可能产生一个介于无生命与生命之间的一个“前生命的”阶段。

问：这还有待于证明。

答：这个证明在1952年，由一个25岁的青年化学家斯坦利·米勒完成了。他想，为什么不在实验室里再现这些前生命的条件呢？为了不被同行们嘲笑，他就尝试着悄

悄地做了一个实验。他在一个烧瓶里放进了原始地球上的气体，氮、氨、氢、水蒸气，再加上一点二氧化碳。他把烧瓶装满水模拟海洋，然后通过加热来给予能量，引起火花来代替闪电。就这样过了一个星期，瓶底里出现了一种橙红色的物质，它包括一些氨基酸，这些分子是生命的成分！谁都不敢设想它们能够用如此简单的气体制造出来，所以科学界对此都目瞪口呆。这个实验在物质与生命之间架起了第一座桥梁。

◎雏菊的行星

问：所以需要时间来使人们承认这种从宇宙到生命的连续性。然后还必须描绘这个过程中的主要的阶段。

答：有三门科学试图做到这一点：化学，在实验室里模拟一切主要的变化；天体物理学，在宇宙里探索有机化学的痕迹；地质学，寻找地球上的生命化石。这一切都能使人们接受这样一种观点：生命的最初的成分，是45亿年前存在于刚形成的地球上的某些简单分子组合的结果。

问：原始地球上的混合物，它的液态的水、它的特殊的大气层都得益于与太阳的临近。据说我们与这个天体保持着“适当的距离”，这没有说明多少问题……

答：其实是近得可以接受能引起化学反应的红外线和紫外线，又远得使制造出来的产物不至于被烧焦。这个“适当的距离”，实际上是对当时地球上建立的这种平衡的一

种表达方式。像英国人詹姆斯 · 洛弗罗克建议的那样，我们可以设想一颗布满白色雏菊和黑色雏菊的小行星。白色的反射阳光，使它们周围的温度降低，黑色的相反地吸收阳光并使它们的周围变热。

问：也就是它们在进行竞争。

答：完全正确。起初行星很热，雏菊由于无法适应而大量地枯死。集中在一个局部的小系统里的一些白雏菊，仅仅由于它们的存在使周围冷却就活了下来。这个地区的温度越低，它们就繁殖得越多，面积也越来越大。到了一定的时候，它们几乎占据了整个行星的表面，成了白色的大多数。然而温度一下子降低了，它们开始大量地死去。现在是黑色的幸存下来了，因为它的优点是能使周围变热，所以它们占了上风。于是系统又开始向相反的方向变化，直到重新变得太热……

问：这种情况可以持续很长时间？

答：不。因为随着时间的推移，通过一套生与死的规则，一种平衡在白与黑的混杂中建立起来，它迫使所有的雏菊接受一个使它们都能活下来的理想温度。它们表面的作用就像一个温度调节器。即使无论什么原因一下子变热了，整个系统过一段时间又会取得平衡。

◎生命的黎明

问：这与原始的地球有什么关系呢？

答：我们这些雏菊的历史，就是地球上生命的历史。如果说太阳与地球之间的距离，今天在我们看来是“适合于”生命的发展的话，这并非是一种幸运的巧合，而是因为在实际上，生命最初的成分使它们的存在和繁殖最大限度地适应了这种温度。

问：一种自我调节。这些成分是如何配合的呢？

答：大约40亿年前，我们处在地球的黎明。我们的行星具有一个硅酸盐的内核，碳化的表面，由混合气体构成的大气层：氮、氨、氢、水蒸气和二氧化碳。在太阳的紫外线和强烈的闪电的作用下，这些在行星周围漂浮的气体分子碎裂了，它们分解了，并且形成更为复杂的成分重新落下来：人们称之为最初的“有机的”分子，因为它们现在进入了生物的构成之中。例如碳、氮、氢和氧的原子，在这之前都组合成甲烷、氨和水，现在则组合起来构成了氨基酸。

问：于贝尔·雷弗已经注意到碳在进化中的这种好机会。

答：因为它具有一种几何形状，使它能够以多种方式与其他原子排列，形成一些稳定的结构，或者是反作用很强的分子，或者是长长的有机链。它也能把电子从这些链的一头送到另一头，从某种意义上来说，这就预示着神经网络和人类发明的电讯网络。所以生命的分子就是碳原子与氧、

氢、氮、磷和硫原子的组合，没有任何别的东西了。这些分子一旦在大气层里产生，它们就在雨中落入海洋，并且在海水里得到保护。

问：这要持续多少时间呢？

答：随着水蒸气在大气的低温层里凝结成的大雨，有机的分子要落上5亿多年。所以从这个时期开始，就确定了生物界的两个基本特征：它的化学成分——一切有机体都是由碳、氢、氧和氮构成的——和它的能量来源——太阳。

◎有机的雨水

问：在其他行星上产生的一定也是这样的雨水了？

答：于贝尔·雷弗说过，天体物理学家们发现有机的分子在宇宙里几乎到处存在。15年来，他们大约鉴别了70种，这就表明它们在宇宙里并不特殊。在45亿年之前，它们很有可能已经形成了。

问：从某种意义上来说，生命最初的成分是从天上掉下来的。

答：不错。在灌溉地球的连续不断的分子雨里，有氨基酸、脂肪酸，它们是脂类的先驱。两种分子，甲醛和氢氰酸，在那个时期似乎起着重要的作用：因为在紫外线的照射下，这两种气体产生了后来组成脱氧核糖核酸——遗传的支柱——的四种“基质物”之中的两种。因此在一切生物特有的遗传代码的四个“字母”当中，原始行星这个

巨大的肉汤培养基里已经有两个了。

问：可是像在最初的大爆炸的混沌里一样，一切都是混杂的。

答：这确实是一锅由大不一样的分子组成的浓汤。就像在于贝尔·雷弗用字母做成的汤里那样，这些新的字母现在就要组合起来形成词汇即氨基酸的链，成百条链再组合成句子，也就是蛋白质。这一次是分子在继续着复杂性的事业。

问：有什么会使这些最初的综合遭到失败呢？

答：生命本身，如果它从前存在过的话。或者是热量和紫外线，如果它们过分强烈。地球的大气层不仅产生这些复杂的分子，而且还保护它们的外壳，它们如果完全暴露的话就已经毁灭了。后来，最初的细胞相反地利用太阳的能量来产生氧，氧又在大气的上层产生为它们防御紫外线的臭氧，生命就确保了自身的生存。



第2场

生命的构成

行星上下着雨，微小的分子从天空落下，排列在环礁湖里，创造了最初的生命之滴。

◎生于泥土

问：迄今为止，我们的历史就像一种数字游戏(Lego)：组合越来越复杂，现在形成了巨大的分子链。不过这还是物质。是什么样的魔杖使生命突然出现了呢？

答：这些分子只有在能够继续组合的范围内，才能够越过新的阶段。在宇宙里，温度起着这种启动的作用。在地球上，起这种作用的是一种特殊的环境。

问：是海洋？

答：不。生命不是像人们长期以为的那样出现在海洋里，而是很可能出现在一些环礁湖和沼泽里。这些地方白

天炎热干燥，夜里寒冷潮湿，也就是干涸之后重新水合。在这类环境里有石英和泥土，长长的分子链陷于其中并彼此组合。最近一些能够模拟水塘干涸的实验证实了这一点：有了泥土，这些了不起的 “基质物” 就自发地组合成小的核酸链，即脱氧核糖核酸——未来遗传信息的支柱——的简化形式。

问：生命产生于泥土！就像对宇宙的起源一样，在科学的断言与祖先的信仰之间有着惊人的相似：在许多神话里，生命的起源是与水和泥土联系在一起的……

答：这是非常动人的神话故事。人是由众神制造的，它们用泥土和水造出了一些小塑像……这是不是一种巧合，或者只是一种 “由果溯因的” 证明？人类的思想同孩子的思想一样，也许有一种简单的，以后科学将予以证明的直觉……

◎创造内部

问：泥土是怎样对这些分子起作用的呢？

答：它就像一小块磁铁。它的离子也就是失去了一些电子或者有多余电子的原子，把物质吸引到自己的周围并促使它们反应。今天著名的微量元素就是原始海洋里的这些小离子进化的结果。多亏它们，物质的组合才能够继续进行。

问：还是为了产生长长的原子链？

答：不仅如此。这一次发生了一个新的现象。某些分子是亲水的，被水所吸引；另一些分子是疏水的，被水所排斥。环礁湖里的蛋白质是由一些氨基酸构成的，其中有些喜欢水，有些不喜欢。它们怎么办呢？它们缩成一团，这样就能使外部与水接触，内部与水隔开。

问：它们形成了球？

答：可以这么说，它们把自身封闭起来。其他的分子链也形成了一些薄膜，并且变成了一些小球状体，它们那时出现在海洋里，好像醋酸调味汁里的油滴。这些不同的前生命的小球体的出现是一种根本的现象。

问：为什么？

答：在我们的历史上第一次出现了某些自身封闭的东西，它们像泰亚德·德·夏尔丹所说的那样有一个内部和一个外部，这个内部将主宰从这些小球体直到生命诞生的进化，以及后来意识的进化。

问：意识是从醋酸调味汁的戏法里产生出来的！

答：无论如何，生命产生于乳状的液体，为什么不是呢？这些小滴的好处在于它们形成了与原始的浓汤隔离的封闭环境。它们捕捉一些能与它们混合的化学物质。它们成了生命的新的坩埚。

问：正如在第一幕里的恒星有一段时间所做的那样，它们接替了进化，以便重新促进复杂性的进展。

答：完全正确。没有这些薄膜，就有点像一个没有皮

肤的人，新的组合就不可能产生。封闭环境的构成对于进化的继续是必不可少的。

问：这是怎么知道的呢？

答：在实验室里很容易再现这个阶段。把一些油、糖、水放在一起搅动，就得到了由小滴构成的乳状液，它们在显微镜下面很像细胞。这是一种非常自发的现象。在原始的浓汤里，分子大得能够积聚，自我封闭并形成这些小滴。

问：这种现象在行星上到处都能发生吗？

答：在所有的环礁湖里都能发生。小滴的大小一样，适应了在它们的体积，重量和薄膜的强度之间形成的一种平衡（如果体积过大，它们就分成几个部分）。正因为如此，由它们产生的生命细胞的大小才几乎是相同的，在 10 微米和 30 微米之间。

◎生命之滴

问：不过这些小滴不是“有生命的”。

答：还不是。应该说成“前生命的”。那个时候它们大量增生，并且具有半渗透性的优点：它们让某些小分子通过，这些小分子在它们的内部变成大分子后不能离去。一种小滴炼金术开始了，产生了一些化学反应……

问：这些小滴中的每一滴都在炮制它的小浓汤吗？可以说这是个体的开始。

答：是的，这将使这些“前生命的”系统产生很大

的差别。有时候，内部的化学混合物冲破了薄膜，分子向四处散开。有时候，这种混合物相反地强化了薄膜，从而保证了这个系统的幸存……小滴就这样开始了一种将延续数百万年的选择。在生命之前有一场为了生命的出现而进行的斗争。

问：一种自然选择，那个时候就已经有了！

答：就是达尔文预言过的自然选择。只有那些具有与环境相适应的内部的化学环境的小滴才能继续存在。例如可能产生能量的小滴就要胜过其他小滴。

问：为什么？

答：因为这种能量可以使它们生长。有一些利用从薄膜透过来的外部物质：这是发酵反应的开端。另一些保存着一些色素，也就是能够捕获光，把太阳的光子变成电子的像光电池一样的分子。它们不吸收外部的物质。

问：它们更好一些吗？

答：当然！因为在原始的浓汤里布满了这些贪吃的小滴，久而久之，浓汤开始贫乏起来。与需要吸收变得越来越稀少的物质的小滴相比，这些自主的小结构另有办法生存下去。

问：已经稀少了！

答：是的。不过这一切本来是不会有任何结果的，但是在那个时候出现了另一种现象：某些小滴能够繁殖它们小小的混合物，使它们的化学反应的方法大为增加，这就使它们具备了一种巨大的进化优势。

◎继续生存的保障

问：繁殖出现了，它是怎样发生的呢？

答：这些小滴包含着一种被称为核糖核酸的特殊的分子链，是由四个分子（未来的基因的四种基质物）组成的。最近已经证明它具有一种奇特的能力：它能够自我繁殖。我们设想有一个小滴分成了两个部分，由此产生的新的小滴拥有与第一个小滴类似的核糖核酸。我们也设想这种核糖核酸在小滴的结构中起着催化的作用。那么就有了一种原始结构的传递，它可以用来重新构成一个薄膜和一个同样的系统。这就是原始状态下的一个自我繁殖系统。人们会料到拥有这样一种核糖核酸的小滴的“种”的生存得到了保障。

问：这一次能不能说是一些最初的“生命之滴”呢？

答：人们通常承认一个有机体是一个能够保存自己，照料自己和进行繁殖的系统。这是从细菌到人类的一切生物的基本结构，即细胞特有的三种要素，人们确实可以把它们归功于这些原始的小球体。缺少了这些特性的其中之一，就不是“有生命的”。例如一块晶体就不是活着的：它繁殖但不产生能量。

问：一种病毒是活着的吗？

答：它的情况更加暧昧。例如以烟草的一种花叶病的（使植物生病的）病毒为例。您使烟草脱水，以便得到一

些能够像普通的糖和盐一样，在大口瓶里保存几年的晶体。病毒不繁殖了，不动了，不再像任何物质，不再“活着”了。这是一种晶体。然后有一天，您重新拿起这些粉末，加上水……如果取一点溶液放在一张烟草叶子上，植物立刻就会呈现出被传染的迹象：病毒恢复了它的能力，在以吓人的速度进行繁殖。

问：那么它到底有没有生命呢？

答：应该说它是处在边界上。这是一种寄生生物，它需要生命来繁殖。它把细胞当做一种有光电池的机械来利用。有一段时间人们甚至相信病毒是生命最简单的形式，甚至是生命的起源。不过这是很不可能的，因为它们需要生物的结构来繁殖。今天人们认为病毒相反地是一些过分完善的结构，来自于这样一些细胞：它们完成的进化是要摆脱阻碍繁殖的物质，自我压缩为最简单的形式，同时达到更高的效率！这些细胞为了达到它们生命的最低限度而被简化了。

◎生命的感染

问：我们再来谈谈这些有点特殊的，能够繁殖的小滴，可以推测它们就这样开始繁殖了……

答：在它们内部，化学的作用在继续进行。繁殖的代码在改进。核糖核酸的所有小段两个两个地配合起来并且发生了轻微的改变，排列起来成了一种双重的螺旋形，脱氧

核糖核酸，它由于具有更大的稳定性而占了优势。于是在蛋白质与脱氧核糖核酸这两种分子链之间，就开始了一场化学的对话。两者之间的反应很可能是直接的，透过一种简单而有规律的化学亲合性，彼此渗入到对方的缝隙之中。

问：大自然是否因此达到了作为遗传支柱的基因的阶段呢？

答：地球上一切生物的基因就像一连串卷成双重的螺旋形的小段，由四个分子即四种基质物组成，好比一些用四个字母写成的很长的词汇。它们两个两个地相嵌，看起来完全一致。

问：那么脱氧核糖核酸的小滴就要占领地球了？

答：是以一种闪电般的方式！地球上出现最初的小滴大约在40亿年之前。在以后的5亿年左右的时间里进行着化学的选择。生命似乎在环礁湖或水塘等局部的有限范围内呆了很长时间，有几亿年之久。后来在晚得多的时候突然侵占了一切。

问：用了多少时间？

答：也许几十年或者几百年，谁知道呢？如果把它与前面的几十亿年相比，这就是一次真正的爆炸。每个细胞一分为二，接着分为4个、8个、16个、32个等等，很快就达到了天文数字。在那个时候，地球上没有任何东西能够毁灭它们、阻止它们的繁殖。今天，一种新生命只要想出现就立刻会被现存的生物所消灭。生命刚刚产生就过河

拆桥。它以某种方式感染了地球。

问：是否可以说大自然有一种使生命发现和普及脱氧核糖核酸的“逻辑”？

答：不能。大自然不会“发现”，它没有意图。它是通过淘汰来发展的。脱氧核糖核酸使种类繁多的生物结构得以存在。这些结构靠着它能够繁殖，数量自然大为增加。这就是它为什么占有优势的原因。

问：如果生命存在于其他行星上，它也是以脱氧核糖核酸为基础的吗？

答：很可能。脱氧核糖核酸处于宇宙的合乎逻辑的化学演变之中。

◎红色与绿色

问：最初的小滴是如何进化的呢？

答：在其中一些小滴里进行着发酵机制的选择。在生命之初它们释放大量的氮和二氧化碳，这些气体就溶解在海洋里。这类系统今天依然存在：在反刍动物的胃里，在我们的结肠里，细菌在无氧的情况下发酵产生氮、气体和我们的生存所需要的一些物质。不过这种机制不是很有效的。

问：有什么更好的办法呢？

答：产生了两种非常成功的创造，光合作用和呼吸。前者的基础是叶绿素，后者的基础是血红蛋白。这两种几乎相同的分子很可能产生于同一个“祖先”分子。这两

个范畴之间产生了一种区别：一方面是小滴利用穿过海水的阳光和发酵产生的二氧化碳直接制造能量（这是光合作用）；另一方面是小滴吸收能量中丰富的物质和另一些小滴释放的氧（这是呼吸），并且要移动位置去找到养料。这就是后来的细菌与藻类的区别，动物界与植物界的区别。

问：在一个这么原始的阶段就已经有这种区别了？

答：我们是这么认为的。从最初的细胞出现开始，生命之树很早就分叉了。最近在澳大利亚发现的最古老的微生物化石，是35亿年前的具有光合作用的细菌的残骸。

◎最初的区分

问：这两个世界分开了，不过它们还是彼此依赖。

答：对，它们进入了共生状态。具有光合作用的细胞利用二氧化碳和水制造氧和糖。另一些细胞吸收它们，靠着氧来催化糖的燃烧，放出二氧化碳和无机盐。

问：这是大自然最早的食料。

答：是的。一些细胞“吃”另一些细胞。环境因此得到了改变。光合作用的出现释放出大量的氧，使大气圈的上层产生了著名的臭氧层。它形成了一道挡住紫外线的屏障，成了保护微生物繁殖的一个盾牌，一层皮肤。

问：现在小滴叫做细胞了？

答：是的。这些最初的细胞继续它们的进化，有了一个细胞核。根据一种刚刚出现的理论，这个新阶段来自一

种奇特的组合：植物细胞产生于一种吸收具有光合作用并且会变成叶绿体的寄生藻类的宿主细胞。动物细胞则以一种对称的方式产生于另一种与寄生细菌共居的宿主细胞，这些细菌将变成线粒体，就是存在于一切进化了的生物细胞里的一种产生能量的小电站。

问：一种寄生的形式？

答：从某种意义上来说是如此。不如说是一种共生。这些微生物以后将完善起来，例如获得一根使它们能够移动的鞭毛。在藻类和细菌旁边繁殖着另一个家族，有核的细胞，它们是活动的和捕食性的：它们的薄膜上有一个开口，一些颤动的纤毛，它们吸引细菌和藻类，然后排出这些食料的残渣。

问：这些小滴是否可能有其他的进化方式呢？

答：大自然无疑有过一切可能的繁殖和代谢方式。它作过各种各样的尝试。但是我们所了解的生命却消灭了其他所有的踪迹。人们知道在地球上，在海洋底部涌出的含硫的岩浆周围，有着另一种极为罕见的生命形式：这就是海底绿洲，那里的一切都是黄色的和红色的。那里没有绿色，因为没有叶绿素。微细胞吃细菌，小鱼吃微细胞，大鱼吃小鱼……

◎生命的颜色

问：在这段历史里大自然从不倒退，它只是向着最复杂的目标猛冲。它会有一种记忆吗？

答：对于别的分子来说，一个分子既是一种形式又是一个信息，在这个意义上，大自然有一种化学的记忆。这些形式是相互补充的，它们彼此相嵌，具有亲合性，能够互相辨别。分子的世界是一个符号的世界，化学就是它的语言。一些分子群远距离地传导能量，另一些分子群适于繁殖；一些分子群与水隔离，另一些分子群还能吸引一堆堆电子。这就是例如色素所做的事情。您知道生命为什么会如此色彩绚丽吗？

问：我想这不仅是为了显得美丽……

答：不仅如此。一种色素是一个分子，它拥有一些非常灵活的电子。这种特性使它能够吸收光的微粒即光子，用光子构成某些光谱，从而使物质染上了颜色。不过与此同时，它有利于构成进入生命结构的分子链。色素安排着一种无需多少能量的微妙的化学变化。正是由于血红蛋白和叶绿素具有这些特性，它们进入了生命的构成，所以鲜血是红色的，叶子是绿色的。

问：美是首要的……生命的世界不可能是灰色的吗？

答：不大可能。也不可能全是白色或黑色。色彩是与生命密切相关的。

◎虚假的巧合

问：在历史的这一部分，时间又一次起到了根本的作用。

答：不错。它根据进化的不同阶段收缩或者延长。一种反应很强的分子的出现浓缩了空间和时间：它可以侵占周围的环境，在某些时刻里使那些需要数千年时间来进化的分子失去作用。

问：从原始的地球到第一个细胞，这个过程从此就完整了吧？

答：我们认识了它的主要阶段，尽管还有一些空白：例如还不太清楚繁殖机制是怎样确立起来的。某些研究者始终认为生命可能产生于别的地方，是由一颗传染行星的陨星带到地球上来的，这种看法并非完全荒谬。

问：在实验室里能否通过化学的综合重现这种进化并且在试管里制造生命？

答：几乎是可以的。许多科学家都想这样做。这是人们称之为“人造生命”的很新的领域，它包括几种从事的方式。可以实现一些分子的综合，或者在试管里激起一种自发的进化，创造一些达尔文式的选择条件，以便制造一些能够繁殖的分子。也能够利用电子计算机的模拟来跳过几个阶段。今天甚至可以造出一些自动化的昆虫，它们能够自发地适应新的环境，登上楼梯，跌倒了自己站起来，躲

开高温，相互之间发出信号等等。某些研究者也想制造其他形式的、例如以硅为基质物的生命。

问：在这个阶段里，就像对于宇宙的进化一样，人们不禁同样看到了一种逻辑。这是不是像生物学家弗朗索瓦·雅各布提出的那样，是生命的逻辑呢？

答：不如说是一连串化学反应，它们导致了一些不可逆转的环境和一些新的特性。这一切构成了一种历史，我们就在这段历史的尽头并且描述着它，因为我们认为它是唯一的，因为它是我们的历史。

问：但毕竟是有多少巧合啊！

答：这不是一些巧合。让我们来看一个向我们讲述他的奇特的战斗经历的士兵。他曾在一个房间里，一发炮弹落在家具上，一张床保护了他。一次在执行任务的过程中，他跳伞了，进入了螺旋，但是落在一个沼泽里，所以没有摔成重伤。如果说他的故事似乎闻所未闻，那只是由于他在那里向我们讲述。有千千万万个士兵的故事是悲惨地结束的，不过这些士兵当然是不会在那里讲述了。生命就是如此。如果说它在我们看来是出于一系列的巧合，这是因为我们忘记了千千万万个没有走到头的踪迹。我们的历史是我们唯一能够重现和讲述的历史，这就是为什么它会使我们觉得如此奇特的原因。



第3场

物种的爆发

长期以来过于孤独的分子相互联系起来了。一个彩色的世界在充分发展：物种在诞生、死亡和变得多种多样。生命在成长和繁殖。

◎细胞的联系

在我们历史的这个阶段，地球上布满了细胞，它们平静地生活在海洋里，完全可以这样继续下去……

答：但是它们不得不进化的时候来到了。最初进行繁殖的细胞被它们自己向周围排出的残渣所毒害。从一开始，生命就表现出一种集结个体的自然倾向。细胞的"团体"具有一些明显的进化优势。它们比单个的细胞更能受到保护和幸存下来。

问：它们是怎么构成的呢？

答：一种今天仍然存在的变形虫 (dyctostelium) 的行为能够有助于我们了解这一点。它以细菌为食。如果不给它食料和水，它就发出一种求救的激素。其他变形虫就过来与它会合，并且积聚成一个由近千个个体组成的群体，就像一条移动着寻找食物的鼻涕虫。如果找不到食料，它们就不动了，推出一根由孢子组成的伪足，就这样在非常干燥的环境里呆下去。如果加上水，孢子就发芽而恢复成变形虫各自散去……团藻这种长有鞭毛的小细胞也同样如此：在缺乏养料的环境里，它们就分泌出一种胶来，互相粘在一起向同一个方向移动，外部的鞭毛也协调一致，成为同一个整体。

问：最初的多细胞的有机体就这样构成了？

答：在生命的开端，一种类似社会化的逻辑很可能起过作用。最初的细胞组合得益于一根中央的导管，一种排泄残渣的系统。另一些细胞组合形如纺锤，前部有一个协调系统，后部或两侧有一个推进系统。它们就这样钩在一起。

问：这些最初的细胞团像什么呢？

答：它们由几千个个体组成，形成了一些透明的小胶体，这就是最初的海生有机体、蠕虫、海绵、原始的小水母。这种变化只进行了几十万年。进化的速度加快了。

◎分工

问：这些新的组合与以前大不相同了。

答：是的。物质是由一堆通常彼此相同的原子组成的。生物界里聚集的细胞按照它们在结构中的位置而有所分化：其中有些专司移动，有些专司消化，还有一些专司储存能量。经过一代代的繁殖，这些有机体逐渐把这些特性传给了它们的后代。

问：能够再一次只用生存下去的迫切性来解释这种现象吗？

答：可以。一个由专门的细胞组成的有机体比由同样的细胞组成的整体更有耐力，因为它能够以不同的方式来适应环境的刺激，这就使它有更多的机会生存下去。

问：不过是什么在推动这些细胞组合起来？它们毕竟不会想到"这对我的生存更有利"！

答：当然不会！细胞显然不知道它们这样做有什么好处。但是它们有一些促使它们与同类相连、彼此交换养料的小钩。这种化学传递和小小的交换的作用，对它们的基因有所影响，最终使基因专门化了。一种局部解剖学就这样在一组细胞里确立起来。例如一个水母有一个用于移动的收缩系统，以及一个把它引向养料的感觉系统。整体的结构包含在它的每一个细胞里。只要一个细胞就足以使这个机体起动。

问：不管怎样，单个的细胞还活着，其中有一些今天依然存在。为什么它们不集结起来呢？

答：因为它们完全适应了环境。草履虫或变形虫就是如此。它们有一个坚固的膜作为防护，还有一 些颤动的纤毛，使它们可以轻易地移动。它们有一些向它们指明光的感光点，以及消化各种食料的有效的酶。一种细菌甚至拥有嗅觉。与它的鞭毛相通的接收器，有点像闻到饭菜的气味一样，把它引到食料最丰富的环境里去。

◎性别万岁

问：具有若干细胞的有机体怎样继续进化呢？

答：从藻类、水母、海绵等最简单的多细胞生物开始，生命之树成长为三大分支：一支是蘑菇、蕨、苔藓、开花的植物；一支是蠕虫、软体动物、甲壳类、蛛形纲、昆虫；还有一支是鱼类、爬行纲、原索动物，然后是鸟类、两栖类、哺乳动物……

问：随之而来的是一项重大的发明：性别。迄今为止，细胞的繁殖——从繁殖这个词的本义上来说——细胞都是以与自身相同的方式进行的。有了性别，两个生物就生出了与它们不同的第三个。是哪个机灵鬼发明了它？

答：按照某些论点，性别是产生于……同类相食：在互相吞吃的时候，细胞会归并其他种类的基因，后来基因就会混合。这种现象在细菌当中就已经存在了。其中最亲水

和最不亲水的细菌进行交配并交换它们的遗传物质。后来，随着有机体变得更加复杂，它们在繁殖方面有了专门的细胞，即生殖细胞。生殖细胞的每一个都包括它们的机体的一半基因。性别就得到了普及。

问：从这个时候开始，生命的世界变得越来越丰富多彩。

答：这是一次革命。多亏有了性别，大自然能够对基因进行搅拌，多样性得到了大规模的发展。生物进化的伟大冒险开始了，它将要经历无数次失败的试验，有许多走不到尽头的踪迹，不能幸存下来的种类……大自然在进行真正大规模的试验，新创造的物种若不适应就会消失。

问：性别为什么是两个呢？为什么不是三个呢？

答：基因的混合是用脱氧核糖核酸的两个小段来进行一个复制的过程。要在一个受精卵里搅拌成对的染色体，必须有一种极为复杂的生物构造。如果要混合三种遗传基因，这种构造就要更加复杂了。如果有些物种创造了这样一种性别的话，它们是生存不下去的。

◎必不可少的死亡

问：另一种决定性的现象也产生了：时间进入了机体的内部，也就是个体的衰老和到头来的消失，即死亡。真的不可能避免死亡吗？

答：死亡和性别同样重要：它使大自然为了继续发展而需要的原子、分子、无机盐得以重新流通。原子的数量从大爆炸以来始终是不变的，死亡是使原子进行一次巨大的再循环。有了它，动物的生命才能不断更新。

问：它是否从最初的有机体开始就存在了呢？

答：是的，水母也会衰老。在所有的生物中，细胞在不断地繁殖，但是它们有一种化学振荡器，一种体内的生物钟，它限制着细胞繁殖的数量：在 40 与 50 之间。当细胞达到这个阶段的时候，设置在基因里的一种机制就引导它们自杀。它们就死去了。只有癌细胞能逃脱这种命运：它们无限制地繁殖，不像胚胎的细胞那样专门化或进行分化。

问：但是不死的癌细胞引起了它们所属的机体的死亡……是否可以说死亡是生命的一种必然呢？

答：绝对如此。这是一种生命的逻辑。随着细胞的分化，它们随着时间的推移而积聚的遗传信息的错误也越来越多。归根结底，错误多得使有机体衰老而死去了。这是一种不可避免的现象。死亡当然不是给予个体的一份礼物，但是对于种族来说确实是一种赠品：它可以使种族保持最佳的能力。

问：进化一旦具备了性别和死亡，还能做些什么更有利的事情？

答：更加完善。生物界就这样选择了一种制造能量的

方式：利用食物中的糖分来丰富代谢和发育肌肉，以便能够活动、游泳、飞翔、奔跑、征服世界。与此同时，传感器即感官也与机体的活动相协调。出现了三个新的系统：免疫系统，确保防止寄生虫和病菌；激素系统，能够控制生命的节奏和有性繁殖；以及调节体内联络的神经系统。

问：最后一个系统是什么时候出现的？

答：最初的有机体如水母和原始的鱼类，为了繁殖需要调节它们的细胞，所以它们有一些专门用于传送信息的管道。一条只有几千个细胞的蠕虫，头部也有像淋巴结一样汇集的神经纤维。在进化的过程中，这个部分开始分叉，形成了集中在脑部的相互联系的神经元网络。实际上，神经、激素、免疫这三个系统从动物离开水开始就出现了。

◎眼泪的礼物

问：是什么促使它们离开水的呢？

答：海洋里物种群集，相互竞争。最好能冒险到坚实的陆地上去寻找食物，同时回到海洋里来产卵，有一种奇特的鱼 (ichtyostega) 无疑首先进行了这种尝试。它拥有巨大的鳍，生活在小的环礁湖里，不时地把突出的眼睛露出水面，以便发现小昆虫。通过一代代的遗传，这种鱼的后代在坚实的陆地上呆的时间越来越长，因为它们不仅有鳃能够截取空气中的氧，而且还多亏了它们的眼泪：眼泪使它们的眼

睛保持湿润，在陆地上看得和在水里一样清楚。由于连续不断的选择，这个物种得以完善起来：它的鳍变得更加结实，还出现了一条尾巴。它的后代就是两栖类。如果这种鱼没有眼泪，我们就不会在这儿了。

问：在露天里生活有利于进化吗？

答：是的。在露天里，联系更直接，更迅速，更简单。不过氧对于生命是一种毒药：它使体内产生一些自由基，一些不平衡的分子，它们促进细胞的破坏，因而使机体早衰。不过它在供给机体能量和继续进化方面起着主要的作用。

问：地球环境的这些新的限制怎么能加速机体的完善呢？

答：随着骨骼的出现，动物变得非常结实，不再受重力的束缚。肌肉的产生使它们不再像蚯蚓或水母那样是一些软软的肉冻，而且能对环境施加一种机械的压力，承受起保护作用的脂肪和脑的重量。一切都分化了：代谢，运动系统……在这段时间里，植物也选择了一些用叶子截取太阳能和用液流输送能量的系统。

◎植物的嗅觉

问：为什么植物不采用由动物发明的所有这些奇迹呢？

答：除了在海洋表面进化的藻类之外，植物由于固定不动而走了一条更经济的不用消耗太多能量的道路。它们

的生活方式很简单：一些光电池把太阳能直接转变为化学能，一些根吸收无机盐和水……它们的窍门在于繁殖系统是活动的，并且使用不同的方法。因此植物同样具有一种非常丰富的性别，而且植物的适应也无比完美。只要看看在一株生长了数千年的巨杉脚下的蘑菇，就能认识到这一点。或者只看山上普通的冷杉也就够了。

问：这种完美的适应有些什么结果呢？

答：在森林里，它们的生长需要一定的温度。正如我们设想的这颗行星上的雏菊一样，阴暗的和黑色的树木更多地截取微弱的阳光，使它们的周围升温，创造了有利于它们生长的小气候。但是在冬天，它们被雪盖住，变成了白色。如果时间过长，它们就不能再保证这些有利的条件了。然而它们的树枝向下，而且是尖的，所以雪不久就掉了，它们恢复了黑色，并且更快地变热。进化保留了这类更能经得住恶劣天气的树木。这就是为什么人们在山岭上会看到冷杉……

问：……并且为它们完美的适应能力而赞叹不已。一个天真的问题：植物为什么不同样地使脑发展起来呢？

答：固定不动的生物用不着复杂的协调功能。它们不像动物那样必须逃跑、自卫、搏斗。不过人们开始发现，植物身上有一种免疫系统的形式，一个传递系统，甚至有一个相当于神经系统的构造。植物具有一些防止侵害者的精密机制：例如一种植物“激素”可以使它们进行自卫。

我们知道树木也可以远距离地互相“告知”有一个入侵者。

问：互相“告知”？

答：不错。当它们面对想吃它们下垂的树枝的动物的时候，某些树木就会产生一些挥发性的分泌物，通过在树木之间的传递来改变蛋白质的产物，使树叶有一种讨厌的味道。我当然不至于因此就认为到了应该对室内栽培的植物说话的程度！

问：还是可以肯定动物在复杂性方面走得更远，不是吗？

答：在对环境的适应方面，动物界确实显得比植物界更为灵活，有各种各样的手段：奔跑、掘地、挖洞、游泳、飞翔、爬行……从鳃角金龟的字母扣到章鱼的触手，它们发明了数不清的圈套、诡计和武器：爪、翼、喙、鳍、甲壳、触手、毒液……

◎大自然的剔除

问：说它们“发明”……

答：它们不会发明。是“选择”现象在消灭最不适应的动物。我们以只吃树洞里的小蠕虫的大啄雀为例。它们数量极多而且非常活跃，最后把树皮表面的蠕虫都吃光了。没有食物，大部分都饿死了。但其中有一小部分，由于偶然发生的变化，它们的喙是尖的，而且更长。它们的后代

就能够到更深的树洞里去找蠕虫，就更能忍耐食物的匮乏。结果是：这一支大喙雀生存下来了。经过一代代的遗传，这类雀大多有了一个更长的喙。人们不能因此就说是大喙雀“发明”了这种窍门。其实正好相反，那些没有机会使喙变得更尖的大喙雀都死去了。

问：所以在进化的过程中是没有意图的。

答：没有。进化同时在尝试千百种方法。有些成功了，另一些没有成功。能够使物种幸存的方法原则上就保存下来了。

问：环境对进化没有直接的影响吗？

答：今天人们认为环境是通过线粒体对细胞的行为有所影响。这些位于细胞内部的小工厂具有一些独立的遗传要素，对变化极为敏感。不过这一点并不传给后代。

问：那么自然选择的原则在今天看来是完全确切的了？

答：是的，只要不把环境看成是能够决定好与不好的造物主，认为它是在保留什么和抛弃什么。不。不如说是竞争的剔除：在一代代遗传的过程中，最不适应的物种被剔除了。为了清楚地理解这种现象，必须考虑到时限和一代接一代的非常缓慢的改变。

问：大自然发明的绝大多数解决办法和物种都消失了。难道没有这样的一些时候，进化试图停止，生命的世界就

像我们行星的雏菊一样变得稳定了？

答：没有，因为多样性从生命的开始就是极其丰富的。用于贝尔·雷弗的比喻来说，字母太多了，所以不可能只形成一个词汇。在一个小行星上，在进化的一种妥协或停战之中，某些简陋物种的稳定性也许能够确立起来，但是地球的体积，它的地质，它的生物圈，它的无机物与有机物之间的联系，它的迫使物种改变其适应性和进化的不断变化的环境，都使这种稳定性不可能存在。

问：而这个过程需要几亿年之久。

答：是的。这种选择要连续影响几百万代。某些物种组合起来，形成了一种真正是集体的生物。例如一个蜂箱要通过蜜蜂翅膀的振动来保持温度，并且由蜜蜂摩擦而生的一些激素来清洗。当蜜蜂离开蜂箱去觅食的时候，它们用舞蹈来指明最近的食物来源。蜂群就这样节约了能量，使自身的生存机会达到了最理想的程度。蚂蚁也同样如此：它们照料蚁卵，帮助蚁后，分配任务，有点像团藻的细胞那样，确保蚂蚁群体的平衡。如果把工蚁去掉三分之一，蚁群就要重新适应环境和恢复正常的比例。

问：但是蚂蚁不可能有自主的行为。

答：也不可能有什么计划。它们的个体通过pheromones进行联系，不过也集体地通过环境进行联系：出生的小蚂蚁要记住同类标出的联络网和道路。无数个体同时发生的行为导致了一种集体的智慧。例如一群蚂蚁懂

得选择最短的道路来把食物运回去。这种组合方式可以说是非常成功的，因为蚂蚁已经存在几百万年了。假如我们的行星上发生一场核战争的话，靠着它们能阻挡辐射的外壳和它们的组织方式，它们也许能够幸存下来。

◎恐龙类的厄运

问：一个蚂蚁的和细菌的世界……具有美好的前景。在这个过程中，就像宇宙的演变一样，生命的进化无论如何是混乱的。

答：不错。它有过不断的加速，也有过一些危机、绝境和大灭绝的时期。在两亿年之前，恐龙类在我们的行星上占据着优势。从来没有什么物种像它们那样征服了一切环境：它们当中有很小的、极大的、素食的、食肉的、奔跑的、飞翔的、两栖的……极为丰富的多样性使它们适应了环境。

问：然而它们后来还是消失了……那么关于它们不适应环境的假设是愚蠢的了？

答：完全如此。在侏罗纪末期，即6500万年以前，一颗直径达5公里的陨星落在墨西哥湾的尤卡坦半岛附近。如此猛烈的撞击使行星的另一端产生了反响，引起了岩浆的喷涌。双重的冲击造成了世界性的火灾，森林在燃烧，放出二氧化碳，地球上笼罩着无边的烟尘。行星变得黑暗，因此寒冷异常，也许随后还有一种重新变暖的温室效应。

问：只有某些物种幸存下来了？

答：是的。狐猴就是如此，它们的手能抓住东西，因此很灵活，很能适应环境。它们躲在岩石的凹处，产生了通向哺乳动物的后代。哺乳动物在确保后代的生存方面又有了一种新的长处：在体内怀胎比在体外孵卵要安全得多了。想想两栖类动物，它们产下无数的卵，这些卵四处散落，被吃掉和糟蹋了……

◎脑袋里的选择

问：什么时候才确实出现真正的脑？

答：从鱼类开始，然后是脊椎动物、鸟类、爬行纲、两栖类和人类，脑都在不断地一层层地完善。起初是最原始的：爬行纲的脑协调生存的原始本能：饥渴、性的本能、恐惧、促使交配的快感和不可避免的痛苦。面对一个闯入者，原始的脑的反应是导致机体产生一种毒物、毒液，或者扑到入侵者身上……第二层是鸟类的脑：中脑，它导致一些集体性的机制，例如照顾幼鸟、筑巢、寻找和分配食物、歌唱、为求爱而炫耀……然后是在灵长类动物，尤其是人类的头部里出现的大脑皮层：它导致了抽象的认识、意识和智慧。

问：最令人惊讶的是，这种选择原则在宇宙里，在最初的分子变化里，在生物当中到处都有，按照让皮埃尔·尚热克斯的神经生物学的说法，它甚至在一个新生儿的头脑里就发展起来了。

答：因为神经系统的发展也要服从达尔文的选择原则。

当一个小动物长大时，它的神经元按照基因给出的样子相互连接。但是两个神经元之间的连接，只有当它们受到环境的刺激而在同一条线路里运行时才能存在。一个新生儿如果永远处于黑暗之中，他的视神经元就不会相互连接。因此以某种方式来说，有一种只记住适合于个人的线路的选择。所以学习也就是排除其他的连接。

问：人类学家斯特凡·J·古尔德认为，每一个事件，哪怕是毫无意义的事件都在影响着历史的进程。正如在弗朗克·卡普拉的影片《美好的生命》里那样，只要有一点微不足道的变化，就会产生一连串的后果，从而改变了一切。一种蠕虫(pikai)是我们的起源，如果它没有出现，或者恐龙类活了下来，就不会有我们了。所以在他看来，进化当中没有意义可言。进化保留的不是最适应环境的，而是最幸运的物种。生命也许是一种可能的事件，但是人类却真是走运。

答：如果狐猴没有活下来，如果它们在恐龙类消失时不能在它们的洞穴里用浆果充饥，也就不会有我们了。在这段历史里没有隐藏着什么意图。然而结果是复杂性增加了。如果存在着一些与地球的发展环境相同的行星，这些生物的存在不是不可能的，而它们与我们的差别也不会比鸵鸟与鳄鱼的差别更大：也会有四肢、两只眼睛、一个脑、一些运动系统。而且它们很有可能与我们的进化程度差不多……不能说存在着一种推动复杂性的规律。但是人们证实某种东西的组合在导致越来越伟大和越来越抽象的智

慧。因此进化的历史也许就是一种意识——它意识到了自身——的人为的现象。

◎对起源的记忆

问：只有人脑会自问……这是它与其他生物的脑的区别吗？

答：不仅如此。它能够使一些功能外化在环境之中。工具是手的延长。现在人类能够做到其他动物所做的一切：小汽车跑得跟羚羊一样快，三角翼飞机像鹰一样飞翔，在水下像海豚，在地下像鼹鼠……面罩、眼镜、降落伞、机翼、车轮……它还能通过文字来扩展它的感觉功能，因为文字能够保存话语，使思想在空间和时间里传播。这就是人脑的特征：它不仅是软软的一堆神经元，一台集中全身线路的电话交换机，甚至不仅是一台电子计算机。它还向外部扩展，与整个行星上的其他人脑接通。这是一张流动的网，它在行动和思考中不断地重新组合，重新构成神经元的形状。

问：整个这段历史可以证实，复杂性是通过简单事物的排列而发展起来的。宇宙开始时是两个夸克，四个对称的原子形成碳，仅仅四种基质物构成了基因，两种类似的分子创造了动物界和植物界，两个个体形成了性别……就这样在每个阶段，大自然都找到了最简便的前进道路。

答：以某种方式来说是如此……复杂性不是错综复杂，这是对繁殖和增加的简单成分的一种重复。在一个电子计

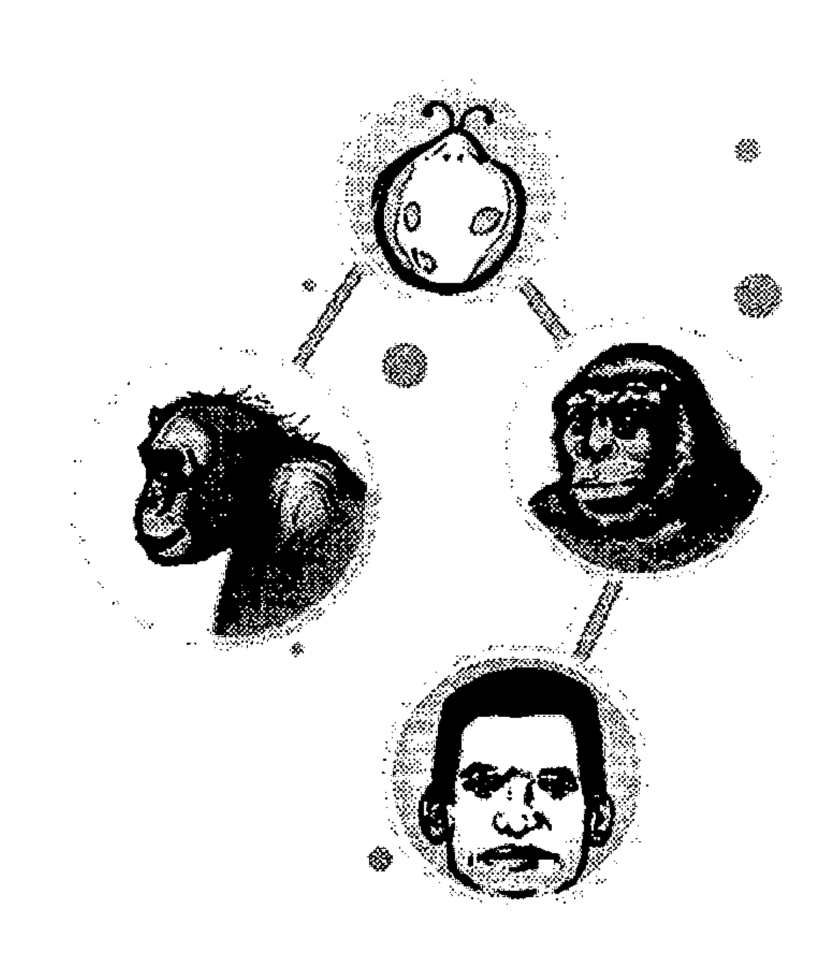
算机的屏障上，今天已经能够模拟这种现象。从一个基本的形状出发，可以构成一些设计的图画，人们给它们起了“燕尾形”这个动人的名称。它们像蝴蝶的翅膀、海马的尾巴，像山岭，像云彩。生命就是这样重复着。原子在分子里，分子在细胞里，细胞在机体里，机体在社会里……

问：所以我们身上就带有这些嵌合的痕迹。

答：完全正确。我们的具有三层的大脑保存着对进化的记忆，我们的基因同样如此。我们细胞的化学成分是原始海洋的小滴。我们在自己身上保留着产生我们的环境。我们的身体在叙述着我们的起源的历史。

第三幕

人　类





第1场

非洲的摇篮

机灵的小猴子诞生在一个鲜花盛开的世界里。为了能经受干旱，它们的后代直立起来并且发现了一个新的宇宙。

◎一个不大像样的祖先

问：1860年，一位体面的英国夫人在发现一个叫查理·达尔文的家伙的进化论时喊道："如果人类真的是猴子的后代，就让我们为了不使这种说法传播而祈祷吧！"今天看来她并未如愿："这种说法"已经传开了。

答：伊夫·科佩恩：没有完全传开。您知道，我们总是很难承认这门亲戚。人类起源于动物，这一点是如此违反哲学的或宗教的信念，所以到现在对它还有许多保留意见……我的外祖母是家世悠久的布列塔尼人①，有一天她很

① 法国地区名。——译者注

严肃地对我说："你也许是猴子的后代，但我不是！"许多人在这方面的认识至今仍然糊涂得令人难以置信。当我们肯定我们是猴子的后代时，许多人还以为我们是在说黑猩猩呢！

问：人类不是猴子的后代，而是一种猴子的后代，对吧？

答：一点不错。这种猴子是两个世系的共同祖先：一个是非洲的高等猴子，另一个是后来成为人类的史前人。因此从人类"排列"在动物的分类里的角度来看，人类是一种广义上的猴子。他的特征恰恰在于成功地超越了这种简单的状态。若埃尔·德·罗斯内提醒说，我们不可能不知道我们的血统，因为我们自己的身上就带着它。

问：科学家们本身似乎也有点难于承认这一点。

答：他们从来没有真正想起他们最初的发现。是上个世纪的基督教的古老欧洲想到要关心人类的起源。所以是它在比利时，接着在德国完成了最初的发现。这是什么样的打击啊！它期待着发现一个像样的祖先：人不是按照上帝的形象创造的吗？可是它恰巧碰上了一个人的化石，后来人们明白这个人正好是个例外。

问：是个什么人？

答：尼安德特人。人们发现的是一个"丑陋的"人，额头低凹，面孔肿大，过于发达的眉弓形如帽舌……于是杰出的学者们不断地攻击这个可怜的人。有些说他只不过是

个患关节炎和有毛的家伙，另一些则认为它只能发一个音："乌赫！" 不用说要过许多年以后，人们才承认这个人属于我们的世系，但至多是一个远房的表亲。

◎小拇指的技术

问：当您发现一个祖先的时候，它其实是一些残骨，下颚的碎片或者往往只有几颗牙齿。用这点材料怎么能构成一副完整的骨骼呢？

答：最初发现的残骸确实经常是一些牙齿，但已足以使人从它们的形态和在饮食方面的意义推测出身体的其余部分。依靠居维叶[1]发现的比较解剖学的相应规律，我们知道什么样的牙齿长在什么样的下颚上，什么样的下颚与什么样的额头相对称，这样的额头应该有什么样的脊柱，与这样的脊柱组合的是些什么样的骨骼，这样的骨骼支撑着什么样的肌肉组织等等。由此就可以从牙齿推断出生长这个牙齿的动物了。

问：那么您能够推断出它的发育状况，甚至它的行为吗？

答：是的。例如在电子显微镜下面研究一颗牙齿的釉质，就能看到一些用肉眼看不出的小条纹，它们揭示了牙齿的生长方式，从而有助于说明个体的生长。此外，如果发现它有一根歪斜的股骨，而它的膝关节又不固定，这些观察就

① 乔治·居维叶（1769—1832），法国动物学家和古生物学家。

表明它是在林中生活的两足动物。当然，拥有的材料越多，认识也就越精确。

问：自从上个世纪对所有这些小拇指式的小残骨进行的最初的研究以来，科学家们是否看出了人类逐渐变得完善的道路？

答：有趣的是，人们发现化石的次序与人类的历程相反：起初是现代人，然后是祖先，这样就能比较容易地认识和接受它们了。首先必须承认这样一种观点，即人类比人们所认为的要古老得多。

◎与鲜花同时产生

问：现在人类的起源确定在什么时期呢？

答：与无法确定生命的一种“起源”一样，人们也不能真正确定人类的一种“起源”。何况也不能给人类下一个真正的定义。不如说是证实了一种漫长的进化，在动物的演变过程中出现了人类的各种特征。

问：那至少是认识了这个过程的主要阶段了？

答：是的。我们应该追溯到白垩纪的末期，也就是7000万年以前。这是第三纪的黎明，最后一批恐龙消失了。环境有了深刻的改变，而人所共知，进化的历史是与气候的变化密切相关的。在那个时期，非洲是一个岛屿，南美洲和亚洲也同样如此。在一块由欧洲、北美洲和格陵兰组成的大陆上出现了一些小动物：源自食虫目的最初的小猴子。它们

开始在一个全新的植物环境里繁殖：最早的开花的植物。

问：与最初的鲜花同时产生！多么动人的想象……

答：因而也是最早结果实的时期。猴子们征服了这个新的环境，确实是最早吃果实的动物。它们彻底抛弃了祖先们吃昆虫的习惯。这在一代代演变的过程中引起了一系列解剖学上的变化：例如它们的身体上有了锁骨，这是一种巧妙的创造。

问：为什么？

答：它扩大了动物胸廓的支架，因此增加了上肢的幅度，在采摘时就可以抓住树干，攀援起来更加方便。由于同样的原因，妨碍攀登的爪子变成了扁平的指甲。这些原始动物的爪上有一根与其他手指相对的食指，这样就可以用手抓住一个果子，一块石头或者一根树枝。

◎炼狱里的种群

问：这些迷人的动物叫什么呢？

答：现在了解的最原始的灵长类名叫“炼狱鼠”，因为研究者们是在北美洲的岩石嶙峋的山岭里发现它的，它们工作的地方地势险峻，是一座真正的炼狱……它不比一只老鼠大，栖息在树上，以果实为生，但并非因此而不吃昆虫。

问：它是不是我们的祖先之一？

答：当然不是直系的。这些小灵长类占据了欧亚大陆，然后是由非洲和阿拉伯半岛形成的，覆盖着密密的热带森林的岛屿。正是在这个地方，在3500万年以前，出现了人类与大猴子即高等灵长类的真正共同的祖先。这些大猴子只生活在非洲，这有利于证明非洲是人类世系的唯一的起源。那时似乎产生了第一次干涸，引起了新的物种的选择和适应。

问：哪些物种？

答：在法尤恩盆地（现在的开罗地区）和阿曼，生活着一种四足的小猴子，人们称之为埃及猴，因为首先是在埃及发现的。它像猫那么大，有一根大尾巴，口鼻都很大，它与它的祖先的区别在于额下的脑略有发展：脑颅的容量为40立方厘米（现在我们的脑容量为1400立方厘米），这虽然微不足道，但毕竟能使它在作出反应方面有了一定的自由。

问：您指的是什么呢？

答：由于中心神经系统的发展，它能够使用一些新的能力，特别是视觉的发展超过了嗅觉：它看东西时有立体感，从而完全适应树林里的生活。与此同时，这些小灵长类还尝试一些社会性的行为：通过手势来相互交流。

问：您是怎么知道的呢？

答：我们当然无法观察一只小“炼狱鼠”，这个物种早就消失了。但是今天仍然生活在非洲的狐猴，或者生活

在亚洲的跗猴，却向我们提供了在某些方面类似的珍贵迹象。它们有一种发达的社会生活。观察“炼狱鼠”的颅骨化石，尤其是可以模塑的颅骨内部，同样证明了这一点。它们的脑的某些部分的容量可以使人认为它们已经是很能群居的了。

问：它们有自己的家吗？

答：发现它们的美国的研究者埃尔温·西蒙向我指出，在同一地点发现的两块颅骨呈现出一种重要的性别上的二形性：它们彼此大不相同。一块是雄性的颅骨，另一块是雌性的。这就意味着它们生活在一起，因此它们已经有了某种交往的形式和灵活的头脑。这很简单，不是吗？

问：无论如何是很大胆。后来又发生了什么呢？

答：它们的后代名叫总督，生活在更南面的森林里，脑容量增加了(150立方厘米)。实际上有好几种，最大的像一只小的黑猩猩。总督们经历了一次极大的地理变动：1700万年以前，非洲—阿拉伯半岛的板块与欧亚板块会合了。非洲的猴子，即总督及其后代，利用这座桥梁来到了欧洲和亚洲。其中有一部分进化成一些新的物种，尤其是肯尼亚的肯尼亚猴，也有欧洲的古猿（“橡树猴”），还有后来亚洲的拉玛古猿。有一段时间人们以为拉玛古猿属于我们的世系，其实是弄错了。

◎**从分支上掉了下来**

问：不久前在学校教材的插图上，我们还看到它们跟在我们的祖先后面拼命地又蹦又跳。它们已经最终失去了与人类的亲缘关系了吗？

答：不错。是生物学家们使我们改变了看法。依靠尖端的技术，在对拉玛古猿的牙齿的一些残片上发现的抗体进行测试的时候，他们发现它不是与人类，而是与猩猩有着亲缘关系。对南方古猿的牙齿进行同样的测试，却相反地表明它与人类非常接近。此外，生物学家们也已确定，人类与黑猩猩从遗传学来看非常接近，这两个种类的基因有99%是相同的。

问：是这个1%创造了人类？

答：不错。还有为了证明这一点，有人在巴基斯坦发现了一块拉玛古猿的面部，从形态学上来看也与猩猩非常接近。所以原因很清楚：拉玛古猿不是我们的祖先而是猩猩的祖先。

问：拉玛古猿从我们的分支上掉了下来，人们还始终在继续寻找人类与猴子之间的“缺少的环节”吗？

答：这种说法不确切，因为它的前提是在今天的人类与今天的猴子之间有一个中间环节。人们寻找的是人类与非洲猴子的共同祖先，也就是两个分支的分叉。这两个分支中的一个通向黑猩猩和大猩猩，另一个通向南方古猿，然

后导致人类。一切都取决于这种分化的年代。

问：现在一致的看法是什么年代？

答：生物学家们说是500万年，古生物学家说是1500万年。我们对两者进行折中:700万年。这是所有的人今后或多或少都能接受的。抛弃了拉玛古猿，我们就提前了大分化的年代，并且把猩猩排除在我们的分支之外：既然黑猩猩与人类从遗传学来看非常接近，那么合理的解释就是两者有着一个共同的祖先。我们同时放弃了人类起源于亚洲的观点，因为是呆在非洲的大猴子的后代产生了人类的祖先。

◎原始的萨王纳植被

问：归根结底，怎么会把眼光转向非洲的呢？

答：认为非洲可能构成人类的摇篮的观点，是达尔文和后来的泰亚德·德·夏尔丹提出来的。后者毕生在欧洲和亚洲工作，临终前刚从非洲完成一次考察任务归来，他喊道："当然应该到那里去寻找，我们没有更早地想到这一点真是愚蠢！" 后来在1959年，路易·利基在坦桑尼亚发现的一个完整的头骨证实了这种预感。通过对某些不稳定的同位素的自然衰变的测定，算出了它的令人震惊的年龄:1750万年。一开始谁都不肯接受这一点。

问：总是这种傲慢使人不愿承认人类是如此古老吧？

答：是的。当时人们知道了人类的大部分祖先，但是

没有弄清它们的年代和身份(第一个南方古猿是在1924年发现的,却长期被认为是一个“黑猩猩的亲戚”)。人们认为第一个祖先的出现还是比较近的,至多有80万年。随着用放射性同位素来测定年代的新方法的出现,以及后来获得的大量化石,人们不得不使这个祖先变老了。

问:因此所有的目光都转向了非洲。

答:对。每年都有一支国际考察队远征肯尼亚、坦桑尼亚、埃塞俄比亚的那些现在已经出名的遗址:图尔卡纳湖、奥杜瓦伊峡谷和奥莫山谷……我计算过:我们总共搜集了25万块化石,其中2000块是人类和史前人的骸骨,大部分的年代是200至300万年。这是一场使我们能重写我们的世系的大丰收。

问:从此以后可以肯定人类是诞生于非洲了?

答:科学永远不能“肯定”,但是一切发现都倾向于这个结论。只要浏览一下我们发现被承认为人类祖先的化石的不同地方就行了。700万年的化石只是在肯尼亚发现的。600万年的、然后是500万年的,还有400万年的化石在肯尼亚、坦桑尼亚和埃塞俄比亚都有发现。300万年的化石则见于肯尼亚、埃塞俄比亚、坦桑尼亚、南非、乍得。200万年的化石存在于同样的地区,再加上一些在欧洲和亚洲发现的打磨的石块……100万年的化石则遍布非洲、亚洲和欧洲。然后又到了澳洲、美洲。把这些发现按年代顺序排列,再让它们以迭化的方式行进,您就会发现人类移民

的历程，并且不得不得出这个结论：人类从非洲的一个小家出发，慢慢地布满非洲，然后遍及整个世界，现在刚刚开始在太阳系里的旅行。

◎不可捉摸的祖父

问：非洲，将近 700 万年以前，这样我们在地点和时间上就有了统一的看法。现在人们是否认识在这个原始的舞台上进化的人物，我们的第一个祖父呢？

答：很难准确地描绘他。20 多年来，每次发现这个时期的化石，人们都以为发现了祖先。西瓦猴、肯尼亚猴、乌拉诺猴、巨猴，以及其他的奥雷奥猴或者奥塔维猴，所有这些发现的种类都先后担任过这个角色。猴子与人类的共同的祖先就是其中之一。

问：好的，不过是哪一个呢？

答：不知道。路易 · 利基发现的肯尼亚猴 (1500 万年) 即使不是人类的祖先，至少也是表亲之一。它的头骨显示出一些适应萨王纳植被的证据：犬齿退化，臼齿变大，釉质更厚，不同程度的磨损表明童年时代延长了。

问：等一等！牙齿的釉质怎么能给出关于它的童年的信息呢？

答：对相继长出的牙齿的不同程度的磨损，证明长牙的期限更长了。如果牙齿长得更晚，那么成人阶段也就来得更晚，这说明孩子与母亲在一起度过的时间更多。证据是：

我们的牙齿生长的时间比黑猩猩要长三倍。母亲照管的期限也就是教育和学习的期限。童年越长，这个种类就越“有知识”。人们就是在肯尼亚猴身上觉察到了这种进化。

问：对这种有趣的动物知道些什么呢？

答：这是一种大猴子，栖息在树林里的四足动物，上肢有牢固的关节，它不时地直立起来。它的脑比它的祖先大(300 立方厘米)，脸有点缩小，尾巴当然早就没有了。它时而生活在草原上，时而生活在森林里。它不仅吃果实，也吃块茎、根茎，这就揭示了它的釉质变厚的原因：因为吃根茎比吃果实更磨损牙齿。它一定过着群居的生活。

◎干旱的好处

问：后来发生了什么事呢？

答：700 万年以前，这个祖先生活在覆盖着非洲土地的密密的森林里，但是突然产生了地质的大变动：裂谷指从西亚的死海到东非的坦噶尼喀湖的凹陷地带。坍塌，它的某些边缘重新上升，逐渐形成了一堵真正的墙。这是一个巨大的断层：穿过整个东非直到红海，然后到约旦河，至地中海结束：全长 6000 公里，坦噶尼喀湖深达 4000 余米。一个美国宇航员有一天对我说，这道切在地球上的大刀痕甚至在月亮上也能看到。非常可观，不是吗？

问：确实如此。那么它造成了什么样的后果呢？

答：气候大受影响：西部不断下雨，而在被这道墙掩

蔽的东部(鲁文佐里)的雨水却越来越少。古生物学家们肯定东部的森林减少,植物发生了变化。例如今天人们在留尼汪岛这个小范围里可以看到一种类似的现象:这个岛被丘陵分为东西两个部分,一边经常下雨,另一边成了旱区。两边的植物也大不相同。

问:所以我们的祖先也分成了两个群体。

答:是的。留在裂口西边的依然在森林里生活,但是被隔在东边的却面对着萨王纳植被,后来变成了大草原。两种环境的区分在代代相传的过程中引起了两种不同的进化:西边的成了目前的猴子、大猩猩和黑猩猩。东边的成了史前人与后来的人类。

问:您是根据什么提出这种假设的?

答:历年来我们收集的人类和史前人的2000具残骸,都是在裂谷东面发现的。这边没有一具前黑猩猩或前大猩猩的残骸。在西边,确实还没有找到应该与东边的史前人同源的前猴子的残骸,这就使这种理论有了依据。不过这种理论是合乎情理的。因此是东非的这块像四分之一个桔子那样的小小的地区,又一次推动了从史前人向人类的进化。

问:我们的摇篮……可以说我们是生于干旱了?

答:一点不错。我们所有的特征,直立、杂食、大脑发达、发明工具,这一切都来自于对一种更为干燥的环境的适应。这是自然选择的常用的机制:从遗传学上来看,一小群特别

具有更能在这种新环境里生存的优点的祖先，逐渐在群体中变成了大多数。既然它们比同类活得更长，它们就会有更多的、更具有这些相同的特征的后代。

◎直立的猴子

问：是哪些优点呢？

答：不知道。也许是骨盆发育得使它们更加方便地直立起来看清猎物和猛兽，进行攻击和防卫，运送食物或孩子……直立是这种进化的原因还是后果呢？无论如何，拥有这种优势就能在代代遗传中占据上风。在这样一种环境里必须非常健壮才能逃命。

问：是什么促使它们最终采用直立的姿势呢？

答：由于遗传的变化，某些个体有一个更宽但不那么高的骨盆，因此不便于四足着地。在新的环境里，这种“残疾”变成了一个优势。经过一代代相传，这种优势就确立起来了。

问：这是一种假设吧？

答：当然。谁能确实地知道呢？在观察黑猩猩的时候，可以看到它们在三种情况下直立起来：为了看得更远，为了抵抗或攻击——因为这种姿势能使它们腾出双手和投掷石块，最后是为了抱持食物和幼仔。可以设想当时在干旱的环境里，我们的祖先为了便于出汗而失去了身上的长毛，所以母亲们需要用手来抱住孩子（小猴子则是独自抓住母猴

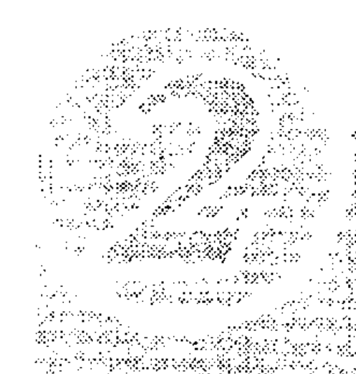
的长毛的)。同样可以认为,在没有遮盖的环境里,直立能减少阳光的照射和少流汗水。

问:不管出于什么理由,都可以肯定它们最终采取这种姿势了?

答:是的。对头盖骨化石内侧痕迹的观察得出了同样的结果。脑回在顶部不如在两侧明显,这是合乎逻辑的,因为身体直立了,脑的顶部就不再紧压骨头,骨头上的痕迹也就少了。

问:那么这种直立的生物又要产生一个新的种类……

答:不如说是许多许多种类,它们不完全是人类,它们最古老的化石已有700万年:南方古猿,或者愿意的话也可以说是史前人。



第2场

我们的祖先

我们最早的祖先还不是人类，更确实地说是猴子，但是它们在两只后脚上站立起来，从高处察看着世界。它们互相说着情话，吃着蜗牛。

◎单脚走路的南方古猿

问：在800万年以前，东非已经出现了史前人。它们与大猴子的世界决裂了。它们与以前的种类有些什么区别呢？

答：它们是直立的，并且保持了这种姿势。这是一次真正的革命。它们的骨盆和上肢变短了，肋骨甚至头骨都分别长在脊柱上……它们骨骼的全部形态学都揭示了一种两足站立的姿态。此外，在坦桑尼亚的一块火山石板上还发现了它们已经成为化石的一些脚印：这是350万年前的一个两足动物的痕迹。使这些痕迹恢复原状的英国研究者

们指出，这些脚印是交叉的，似乎走得摇摇晃晃。

问：他们由此得出了什么结论？

答：可能是两只用单脚走路的南方古猿。或者，一些爱开玩笑的法国人还说，酒精的消费也许比人们所想的更为悠久……这块石板在当时是否很滑？幸运的是在同一个地方，后来又发现了一只成年古猿与一只小古猿的完全匀称的足迹。

问：所以他们的荣誉没有受到影响。那么有多少种南方古猿呢？

答：人们长期认为只有一种。实际上它们的世界要复杂得多：在 80 万年前至 100 万年前之间，非洲的物种确实极为丰富。其中有些群体进化成最初的人类，但是物种并未因此而停止繁育它们的更为传统的后代。所以一切物种往往彼此共存，一个物种的祖先同时也是它的表亲的情况也并不罕见。

问：这么丰富的物种能够弄得清楚吗？

答：是的，是的，当然能够！一切都自然开始于一些古老的物种，名叫摩托猴、阿尔迪猴……它们不会超过 400 万年。接下去是本义上的南方古猿，从 400 万年到 100 万年。不要忘了它们全都生活在东非，这片广大的地区分成了一些盆地，从而有利于物种的分化。例如在没有遮盖的图尔卡纳湖地区发现了两种被命名为阿纳芒西的南方古猿，而在树木繁茂的阿法尔盆地发现的南方古猿则被命名为阿法

朗西。

问：人们总是能发现新的物种吗？

答：是的，不过收获有限，因为了解人类出现的主要时期是400万年至80万年以前，而在这个时期形成的沉积盆地极为罕见，而且面积很小。所以我们只有很少的化石，不过尽管我们还不能非常详细地知道这些种类彼此是如何派生的，但毕竟能够确定主要的演变关系。

问：史前人像什么样子呢？

答：正如您知道的那样，研究得最多的化石是30万年前的年轻的母猿露西的骨骼，这是发现的最完整的骨骼，或者至少是最不残缺的骨骼。

◎露西的膝盖

问：这是您的露西，因为您是它的发现者之一。它的名字是否来自披头士乐队？

答：完全正确。1974年，当我们在埃塞俄比亚的阿法尔盆地发现它的时候，我们当时常常听一盒磁带，其中有披头士乐队的歌曲《露西在镶有钻石的天空里》。埃塞俄比亚人更愿意把它命名为“伯基内什”，也就是“有价值的人”。

问：它是有价值的，不仅是由于著名，而且也是因为它告诉我们的东西，对吧？

答：对。它的骨骼被一块一块地研究过了。有大量的

论文研究了它的手臂、肘关节、肩胛、膝盖……

问：它是什么模样？

答：它的身高不超过1米，略微驼背，与下肢相比，它的上肢比我们的要稍长一些。头小，手能抓住东西，当然也能抓住树枝。它是两足动物，但还能爬树。

问：那么它是和我们一样走路了？

答：并非完全如此。对黑猩猩成人、孩子的步伐进行比较，可以推断出步伐是随着时间的推移而演变的：露西的步子应该比我们的短，但是走得快，有点小跑，也许是起伏的……我们甚至根据它的骨盆的尺寸来设想它的分娩，以便研究胎儿可能有多大。如果露西有婴儿的话，它们诞生时的活动很像今天人类的新生儿，而不像猴子的幼仔。

问：关于露西还知道些什么？

答：它尽管是两足动物，但毕竟还在爬树，它的某些关节证明了这一点；肘关节和肩关节的结构比我们的牢固，这在它从一根树枝转到另一根树枝上去时起着一种保证安全的作用；指骨稍呈圆形，膝盖则相反地有很大的旋转度，这是需要在空中调整跳跃的攀援动物的典型的能力。它过着群居的生活，像所有的灵长类动物一样吃素食：牙齿上厚厚的釉质表明它吃的是果实，但也有块茎。从牙齿的磨损情况来看，它死时似乎将近20岁，很可能是淹死的，或者是被一条鳄鱼吞吃的，因为发现它的地方是一个湖泊。

问：可怜的祖母。

答：您不必伤心。它很可能不是我们的外祖母，而是派生的一支，因为它的生理特征非常古老。例如与它在同一个时期的南方古猿阿纳芒西和南非的非洲猿，它们的膝盖就更接近于人类。史前人的种类可能同时进化。两个种类并不是因为属于同一个世系才有类似的特征的。比较一下海里的鱼类和哺乳动物，它们是很相像的，然而是完全不同的动物：海里哺乳动物的祖先是陆地上的四足动物，它们最终回到水里去了。

◎让手获得自由

问：所以我们不了解我们真正的祖先南方古猿。

答：不了解。对我来说，我对阿纳芒西有点小小的偏爱。它有400万年这个合适的年龄，而且具有从形态学上来看实际上是现代的下肢和上肢，这就使它成为一支与我们类似的两足动物，而露西却相反，它还有一些在树林里生活的特征。后来出现了别的强壮的南方古猿。

问：它们比其他古猿强在什么地方呢？

答：由于下肢更加稳定，它们比它们的祖先都走得快。它们的脑不大于500立方厘米，但是更有养分。它们的牙齿发生了变化，可以充分咀嚼，甚至磨碎，因为灌木及其果实的减少而迫使它们去吃更加坚硬和纤维更多的食物。在埃塞俄比亚的奥莫山谷里收集的化石，除了有时有300多

万年前的南方古猿的残骸之外，还能发现大量打制的石块。

问：这就是说南方古猿已经使用工具了？

答：不错。人们还很难接受这种观点，但是它们很可能是最早制造工具的。这些小石块上经过复原的痕迹表明，它们是用来削根茎的皮而不是用来切肉或刮骨头上的碎屑的。它们可能已经被露西家族的南方古猿所使用。这意味着最早的工具是双手尚未完全自由的史前人制造的。

◎作为房客的脑

问：安德烈·勒卢瓦古尔汉描绘过一个诱人的过程：史前人发明工具之后，需要解放它的双手，所以采取了直立的姿势。这样一来，它的颅骨以及它的脑都得到了发展。

答：这是完全可能的。鱼类不存在支撑头部的问题，因为它们的头和其他部分是结合成一体的。它们一旦开始发育肺部和在地上爬行，陆地的四足动物就有了支撑一个越来越独立的头部的问题，尤其在成为两足动物之后更是如此。直立的姿势解放了头部，同时使颅骨增大，然后脑只要作为规矩的房客占据可以支配的位置就行了。

问：那么从那时起它就可以开始具备新的能力了？

答：是的。脑的增大也可能导致了怀孕期的缩短：胎儿的脑变大了，就必须提前分娩，以便在出生后使脊柱继续发育。婴儿先露头而不是先露臀，也是由直立的姿势造成的。另一个明显的结果是：在保持直立姿势的时候，南方古猿更

多地使用它的双手，因而能够改进它的工具。

问：可是猴子也使用工具……

答：确实如此，工具不是人类，也不是史前人专用的。例如猴子就懂得用摘掉树叶的枝条去引诱白蚁，或者用石块砸碎核桃。但是用一种工具制造另一种工具看来是一个更高的阶段，是猴子们达不到的。

问：这个时期的南方古猿相互交流吗？

答：它们之间很可能有许多事情要交谈，但是只能通过手势、符号或者变化的声音，因为它们还不可能具备发音清晰的说话机制。看看黑猩猩吧：长时间以来，人们总想让它们发出一些单词的声音，最后终于明白这是办不到的，因为它们的腭太浅，喉的位置也不同。当人们想到教它们哑语的时候，发现它们不仅记住了几百个概念，而且能把它们组合起来。可以肯定的是，普及语言的是另一个种类，它出现在将近300万年之前，比史前人更高大，更灵活，较少在树林里生活，具有更加发达和血管更多的脑：这就是人类。

◎一个来得正好的种类

问：南方古猿与人类共同生活吗？

答：至少有100万年，如果不是200万年的话！它们占据着不同的环境，但是会不时地相遇。

问：那它们显然是敌对的了。

答：为什么？我知道人们多么喜欢把过去描绘成一幅

幅悲惨的景象。看看那么多的表现史前情景的画面吧：在充满火山和大火的背景下，我们可怜的祖先惊恐万状、晕头转向地逃跑，后面是一头可怕的野兽，或者是拿着大棒的粗壮的南方古猿。要么就是相反，我们的先人忽然变得非常文明了，开始隐蔽起来准备攻击可怕的长毛巨兽……

问：实际情况不符合这些陈词滥调吗？

答：我是不这么认为的。人类靠着他们的大脑确实能够制定审慎地对付南方古猿的策略和行动，把它们吃掉。战斗可能发生，但从来不是“安排好的”，而且次数必定有限，这两个群体是生活在一起的。只要看看今天的恩戈罗火山口的谷地里犀牛、水牛，各种不一定是温顺的小动物在狮群中穿过，就能理解它们可以安宁地生活，也就是与环境保持平衡。当然这并不影响某个动物不时地会被吞吃掉……可以说，有时一个人追赶和吃掉一只小的南方古猿，这不是什么坏事，比吃成年的南方古猿要更嫩一些。

问：哪儿的话！当真如此？

答：完全当真。幼小的人类是杂食性的。一切能到手的“猎物”都是好的。不过话虽如此，却不能用大量的灭绝来解释南方古猿的消失。

问：那么是如何消失的呢？

答：是由于自然选择的传统机制。将近 100 万年之前，

在一种继续变得越来越干燥和有点凉爽的环境里，南方古猿越来越不能适应，变得越来越脆弱了。

问：它们开始与人类竞争了。

答：是的，不过并不涉及暴力。扁平的牡蛎是在所谓葡萄牙牡蛎的压力下消失的。但是要知道它们之间并没有打架！葡萄牙牡蛎只是出色地适应了扁平牡蛎的环境，所以就繁殖起来了。

问：可以说南方古猿与人类太接近了。

答：对。但是与人类相反，它们无法超越它们的生态之“窝”，因而完全依附于它们的环境。所以过了几十万年之后，它们的种类越来越少，终于消失了。人类确立了自己的地位：他们更高大，站得更直，什么都吃，也吃肉，他们来得正是时候，而且具有越来越完善的工具。

◎人的种类

问：于是在300万年之前，就同时有着用碎步小跑的古老的史前人，用后脚走路的更加结实的南方古猿，以及开始狩猎的最初的人类。这就是当时的世界！

答：不错，两个世界“会合了”即将消失的史前人的世界与刚刚诞生的人类的世界。人类的世界通常分为三种形式：穴居人、直立人、现代人。但是最近又发现了其他的形式，例如野蛮人和原初人。

问：为什么有这么多种类？

答：这无疑是他们的祖先南方古猿的种类极为丰富而造成的结果。要确定这些群体之间的关系非常困难，而且不能肯定它们就是真正的种类。“人类”在以一种如此有规律的方式进化，所以在我看来，穴居人、直立人、现代人只是同一个种类的一些阶段。

问：因此只应该用单数来谈论人。

答：是的，就是人类。

问：人类有什么特征呢？

答：他的双脚！这是人类最后获得的特征之一：一种特殊的，只有人类这种两足动物才有的脚趾平行的脚。他的上肢不如他的祖先们结实，但下肢则相反地更为稳定，因为他不经常爬树了。他的下颌更圆，犬齿和门牙更发达，臼齿则不如南方古猿的大，因为他是杂食性的；他的脑当然要大得多，而且有复杂的脑回。

问：他长毛吗？

答：无疑是不再长了。

问：他是黑色的吗？

答：那怎么能知道？很可能是有颜色的，因为他生活在一个阳光非常强烈而又没有遮盖的地区。通过研究动物志和植物志，人们知道在将近250万年前，无论如何是有过重大的气候变化：一次大旱。

问：有点类似于产生了南方古猿的裂谷？

答：是的，它引起了巨大的动荡，动物和植物都发生了变化。树木让位于禾本科植物，许多种动物消失了。只有一个小小的脑，但是身躯粗壮、下颌有力的南方古猿，不得不去吃多纤维的和啃不动的植物，有硬壳的块茎和果实。人类则依靠自己发达的大脑与长而窄的臼齿，找到了混杂的食物，可以说是植物与肉类的混合。粗壮的南方古猿和人类无疑都是这次气候危机所进行的选择的产物。

◎产生爱情的干旱

问：这些杂食性的人吃什么呢？

答：与大象一样吃青蛙、果实、种子和块茎。他们留下来的吃剩的骨头表明他们的食性很杂。靠着坚固的牙齿，他们能够咬碎带硬壳的种子和果实。正如某些动物的头骨上有被石块击中的痕迹所显示的那样，他们已经是内行的猎手了：无论是羚羊、变色龙、河马还是蜗牛，他们什么都吃。那些嘲笑法国人的饮食习惯的人应该知道，他们的祖先已经在吃青蛙和蜗牛了！人类确实是一种什么都吃的动物。我对您说过了，他来得正是时候。

问：品行不错……

答：他毕竟把猎物带到某些特定的地点去，这说明他是把猎物带给他的同伴，这是一个大变化。大猴子吃自己捕获的东西，或者相互偷窃。现在他第一次分享食物，也就

是参与了一种社会组织的形式。将近200万年前，他也尝试过建造一些原始的藏身之处，圆形的或新月形的隐蔽所，它们的某些遗址现在已被发现。

问：他交流吗？

答：对干旱的适应在他身上表现为喉的下降而引起的呼吸道的变化。人是唯一具有一个很低的喉的脊椎动物，这样随着声带的形成，在声带与嘴巴之间就形成了一种音箱，与门牙后边的上颚骨的加深和缩短相配合，就使舌头有了更大的活动性。他虽然还不能像我们这样发音，但语言却已经进步多了。此外对颅骨的某些研究表明，这些原始人的额部有一个脑区，与今天被称为“布罗卡”的主要的语言区域相对应。词汇、语法、句法很快就会随之产生。

问：这一切都是气候造成的吗？

答：进化确实表现为一些变动，但变动往往与环境有关。不管怎样，很难设想喉的下降只是为了让人说话！

问：实际上，按照您的看法，不仅是人的身体，而且连他的语言、他的文化都来自于干旱！

答：这无论如何是一种很好的解释。

问：那么爱情呢？

答：您会说我在夸张，但是在我看来爱情也是干旱的结果，干旱合乎情理地使生物互相接近了。在一种更加暴露的环境里，干旱在促使怀孕期缩短的同时，迫使母亲和孩

子更长期地呆在一起。再加上意识的出现，就使得感情得以产生。也许在同一个时期，父亲也接近了这对母子，至少在发情的季节里是如此。男女之间的感情可能也是在这个时期产生的。关于这个问题，埃德加·莫兰有一天对我说："弗洛伊德想取消父亲，而你们史前学家为了解释人类的发展却使他重新出现了。"这话是有点道理的。



第 3 场

人类的征服

旧世界灭亡了，新世界诞生了，一种来得正好的两足动物征服了这个行星。他发明了艺术、爱情、战争，并且询问着自身的起源。

◎丘陵的精神

问：人类最初的代表已经是饶舌和多情的了。他们很快就要开始向整个世界移民。这是因为他们对大自然感到好奇？

答：为什么他们要一动不动地在摇篮里等上几十万年呢？当人们爬上一座丘陵去看看另一边有些什么的时候，发现天边还有一座丘陵，自然也想爬上去看一看……而且我们的先人还有一定的智慧，他们为了取得食物就要狩猎，这就促使他们去旅行。他们还是有点威望的：当他们开始

扔石块的时候一定相当了不起。

问：我们的先人生活在家庭里吗？

答：大概是20至30个的小群体。有人观察过格陵兰岛的不为人知的猎手们的类似的活动。当人口增加到一个限度，超过了过多的时候，为了生存下去就要分群：一小群人离开这里到别的地方去寻找食物，安置在离这儿几十公里的地方。在我们先人的时期，人口就在迅速地增长了。

问：这是怎么知道的呢？

答：在一个既定的环境里，食草动物、食肉动物与杂食动物之间有一种关系。对同一时期的一个地层里发现的人类化石的比例进行计算，当数字大到使统计具有意义的时候，就可以估计他们的人口了：大约每10平方公里1个人。这个数字与例如澳大利亚的某些地区的土著人的人口密度是相符的。

问：先人们就这样一小群一小群地开始在这个行星上移民了。

答：不错。每一代人只移动50公里。这个距离不大，但是在15000年里，也就是从我们的历史来看几乎是在片刻之间，就使他们从起源的东非地区到达了欧洲。15000年，连我们推断年代的误差都不够。从非洲的摇篮出发，他们就这样逐渐到了最西端和最东端，在那里人们发现了200多万年前的打制的石块或者化石。

◎费力的燧石

问：这些都是同样的人吗？

答：最初是先人的一种，穴居人或者野蛮人，接着是一种后来的人，原初人或者直立人。但是由于我们拥有一些处于中间状态的化石，似乎在东非的物种爆发之后，世界的征服者似乎就只是唯一的一种人类了。他们连续的进化阶段（等级）分别被称为：穴居人、直立人、现代人……

问：直立人的特征是什么呢？

答：他具有比他的祖先更重的脑（900 立方厘米），在行为举止、占据土地、制造工具方面的方式也更为讲究。他从简单的打制——石块对石块——转到了轻巧的撞击：用一块木头或角敲打石块，就可以更好地控制石块的碎裂，从而制造出更精巧的工具。

问：敲燧石敲了 100 万年！要这么多时间才能把石块打出像样的棱边！

答：是的。人类的进步是缓慢的。勒卢瓦·古尔汉认为，史前史可能就在对您所说的棱边的研究之中。他比较了每个主要时期打制的同样分量的燧石，指出刀口的长度增加得多么慢：1 公斤最早的卵石打制的锐利部分为 10 厘米（300 万年前），最早的燧石则为 40 厘米；后来尼安德特人的工具可打制 2 米（5 万年前），克罗马尼翁人的工具则可以打制 20 米。随着时间的推移，打制技术也越来越完善。

问：通过什么方式呢？

答：例如某种被命名为“勒瓦卢瓦技术”的打制，要求准确地敲打 12 下左右才能得到需要的碎片，可以想象这已经意味着制定一种策略和具备良好的抽象能力。一位史前史学家把这种技术比作一只纸折鸡：要把一张纸折一次，两次，14 次才能使鸡的尾巴动起来。这确实需要有真本事才行。

◎炉火旁边的混乱

问：无论如何，尽管大脑发达了，还是可以说能力的进步是很慢的。

答：对。可怜的直立人把他的燧石拖了几十万年。与此相比，用碎片、薄片制作的工具、金属、核武器的发明都只是刹那间的事情。研究东非的地层，可以看到在接近 10 万年前有一个转折点。从那个时候开始，文化的改变似乎超过了解剖学上的变化，进化对于环境的刺激有了新的答案。经验占了优势。

问：这是否伴随着人类的社会组织的变化？

答：在察看一个被穴居人占据的地方的时候，就会发现一种真正的混乱：吃剩的食物、打制的石块、切割的肉，什么都混在一起。一切都是在同一个地方干的。随着时代的进步，在直立人那里可以发现营地区域的专门化：有一个睡觉的地方，一个吃饭的地方，一个打制石块的地方。这实

际上表明了一种安排任务的方式。后来这些地方完全分开了，有时相距几百米，而且会发现一处炉火。

问：是直立人发明取火的吗？

答：是的，在将近50万年以前。取火的技术在这之前很久就已经被掌握了，不过社会尚未予以接受。取火技术的掌握与轻巧撞击的发明和勒瓦卢瓦技术的同时出现并非偶然。也许有一些小小的天才发明了巧妙得多的打制石块的方法，但整个社会若是没有准备好接受这些方法的话，就会对它们嗤之以鼻：必须等整个集体成熟到了足够的程度，新的观念才能被付诸实践和得到普及。

◎眼眶下面突起的人

问：与此同时，直立人消失了，把位置让给了现代人。

答：是的。后一种是经过一个漫长的进化过程之后，从前一种缓慢地派生出来的。在亚洲，在非洲，到处都以一致的方式逐步地发生着这种变化。只有一个例外：我们欧洲著名的尼安德特人。

问：就是使第一批研究者大吃一惊的人。这个人是从什么地方来的？

答：他的祖先是一种穴居人，早在将近25万年前就分布在欧洲了。由于连续的冰期，这块大陆成了一个被阿尔卑斯山和覆盖着冰雪的北方地区所封闭的岛屿。最早的穴居人被隔绝——就这个词的本义而言——了，他们没有像

其他大陆上的同类那样进化。

问：为什么？

答：我们知道在一个岛屿上，随着时间的推移，动物和植物与附近大陆上的动植物脱离了联系：这个岛上经历了一次遗传的偏移。岛屿越是古老，它的动物或植物就越是多样，与大陆的动物或植物就越有区别。如果把一群男人和女人关在另一个行星上，他们的群体就会以同样的方式逐渐变得与我们不同。好了，尼安德特人就是这样从类似的遗传偏移中产生出来的。他的眼眶下面有一条突起，没有额头，没有下巴，是一张肿大的面孔。

问：他这样可不能成功……

答：但他们还是生活在欧洲，从 25 万年以前，或者差不多这个时期到 35000 年以前，有一段时间还与另一种现代人，即克罗马尼翁人共同生活。后一种人取这个名称，因为是在法国的克罗马尼翁被发现的。他们也在亚洲和非洲经历了进化，到很晚的时候即将近 4 万年前才到达欧洲。

◎第一次共同生活

问：共同生活是如何进行的？不能设想这两个群体会打起来。

答：人们长期以来都使这两类人互相对抗：第一类是野蛮的，第二类是文明的，其实他们非常接近。他们先后占据着同样的地势。他们有一套类似的工具，一种类似的生

活方式。尼安德特人很灵活，富有创造性，有一种成形的语言。他们埋葬死者，收集娱乐用品：在8万年前的尼安德特人的房子里，发现了一些化石和矿物的收藏品。他们同样非常适应旧石器时代早期的工艺变化。在法国的夏朗德滨海省或者荣纳的层纹状的技艺，人们过去认为是克罗马尼翁人的，实际上是尼安德特人的。

问：那么这两个群体是混合在一起了吗？

答：不知道。没有找到同时具有这两类人的特征的化石。正因为如此，有些研究者才认为始终是在与两个不同的种类打交道。

问：但是尼安德特人最后消失了。为什么？人们不禁要问是不是被克罗马尼翁人消灭了。

答：法国的西南部有一个山洞，洞里的第一层是尼安德特人，接着是克罗马尼翁人，然后又是尼安德特人，接下去又是克罗马尼翁人，似乎他们是按照季节或者通过侵犯而连续交替地占据这里的。是否打过仗呢？我宁可认为尼安德特人是渐渐地消失的。克罗马尼翁人在文化和生理方面都要胜过一筹。如果有竞争的话，也许不会使用暴力吧？无论如何，竞争使其中的一类占了优势。

◎艺术与习惯

问：克罗马尼翁人，是您？是我？

答：对了。这是现代人。他们具有纤细的骨骼，发达

的大脑，因而还能够发展一些象征性的思想。他们将最终占领整个行星：他们向四面八方推进，通过当时露出水面的白令海峡蔓延到美洲，比克利斯朵夫 · 哥伦布早了10万年。甚至至少在 6 万年前就乘坐木筏到了澳洲。

问：而在欧洲是长期定居了。

答：正是克罗马尼翁人这个特殊的群体，在欧洲作出了在亚洲和非洲没有做的事情：从 4 万年前开始，他们就在物体和墙壁上画想象的事物了。

问：现在了解的最古老的壁画洞穴大约有 4 万年了。从中能看出艺术的起源吗？

答：不能，艺术是逐步产生的。实际上从尼安德特人到克罗马尼翁人，从解剖学上来看有间断性，而在文化方面却有一种真正的连续性。尼安德特人很好奇。他们收集矿物，刺穿甲壳和牙齿，把它们做成项链。他们发明了一些乐器、用骨头制作的哨子、小笛。例如对赭石的利用还要更早一些，是在几十万年前了。

问：埋葬同类、绘画、作出无偿的行为、从事仪式，这是发现了时间的概念，是一个宇宙里必然会产生的吧？

答：是的。意识及其结果，象征性的思想，是在代代相传的过程中缓慢地形成的。但是 10 万年来的新颖之处，在于人类想象另一个世界的能力，甚至到了准备到那边去旅行的地步，这就是 4 万年以来的仪式，而伴随这种想象力的则是艺术。再说只有某些人有权利举行这种葬礼，这就

表明了一种社会的选择。

◎文化的接替作用

问：然后出现了铜器、铁器、文字，也就是我们今天所学习的历史。而战争……确实是现代人发明的吗？

答：是的，不过这还是新近的现象。出土的头几批尸体堆是金属时代的，是在 4000 年以前。农业和畜牧业的产生，铜、锡、铁的发现似乎导致了对所有权的欲望，因而需要捍卫自己的财产。制造金属确实需要占有矿床，这使某些人群利用矿床发了意外之财。

问：在发展文化的时候，人控制着自己的本性。从最初的克罗马尼翁人直到我们，人的身体还在进化吗？

答：微乎其微。人的骨骼和肌肉组织变得更加纤细；牙齿在退化，数量也减少。怀孕期缩短了。母亲和孩子彼此接近，学习的时间延长了，而人口在迅速地增加：30 万年前是非洲的一个角落里的 15 万人，20 万年前整个行星上约为几百万人，1 万年前是 1000 至 2000 万人……然后是 200 年前的 10 亿人，以及今天的 60 亿人。

问：后来人类分化了。您认为种族的概念是否有一种意义？

答：没有。在植物学或动物学的术语里，一个种族就是亚种。这个术语对于人类是一种滥用：我们都是现代人中的现代人。当然，在一些群体当中，人与人彼此之间要比

与另一个群体的人更为接近，但是不存在人类的种族。混合从细胞分子的组织就开始了，所以种族的区分没有任何意义。

◎夏娃与苹果

问：在我们刚才经历的人类起源的过程之中，还有什么依然是神秘的呢？

答：最大的奥秘就是进化的进行方式。在一种变化的环境里，动物和人类能够改变自己以适应新的气候条件，似乎每次都有合适的变化样品以供选择一样。进化当然是通过自然选择进行的，不过这就能足以解释生物对环境变化的如此奇妙的适应了吗？是环境更加直接地促使基因改变吗？这也许要过些时间才能弄清楚……

问：您是要说我们的历史有一种意义，一种逻辑？

答：我无法证明这一点：今天的生物比10亿年前的生物更加复杂。对我来说，我是不相信偶然和巧合的，因为它们似乎只有在研究一个很短的时期的情况下才会出现……

问：就意味着应该把关于我们的起源的科学观念与例如宗教的观念调和起来？

答：这并非是不可相容的。科学归根结底只是观察。它不可能是武断的。它知道现实总是要复杂得多。

问：在您的历史学里，您把亚当和夏娃放在什么位置呢？

答：我认为他们将是穴居人，在30万年前生活在东非这个断层附近的美丽芬芳的萨王纳植被上。当人类开始狩猎和说话的时候，这个地区应该是一个地上的天堂。

问：还有蛇和苹果？

答：是的，这是一些棕榈果。至于蛇，那是不会缺少的……但是不要试图使《圣经》来符合科学，这样做不会有任何意义。

◎内心的死亡意识

问：在您看来，人类的特性是什么？

答：这更是一个程度的而不是本性的问题。在观察黑猩猩的时候，它与我们相似的某些行为给我们留下了深刻的印象：例如在下第一场雨的时候，雄猩猩会在雌猩猩面前跳舞。莱维－斯特劳斯[①]根据对母子之间乱伦的禁忌，建立了他对人类社会的认识。那好！我们在黑猩猩当中同样看到了这种禁忌。

问：那么怎样给人类下定义呢？用意识？用爱情？

答：当然是用感情。但尤其是要用对死亡的意识，它处于一种高级思考的程度上。认识到每个人都是唯一的和不可替代的，一个人的消失是一场无可挽回的悲剧，我认为这就是经过思考的关于意识的定义的最基本的东西。这显然包括了对自身、对他人、对环境、也是对时间的意识。

---

① 克洛德·莱维－斯特劳斯（1908— ），法国人类学家。

问：对您来说，这场漫长的历史的教训是什么呢？

答：这最后一幕给我们的教导，首先是我们具有一种唯一的起源。我们的源头全是诞生于300万年以前的非洲人，这一点应该促使我们亲如兄弟。同样应该想到，人类是从动物世界里缓慢地分离出来的，经过与大自然的长期斗争，得以确立了他的反对先天的决定论的文化。我们今天是完全自由了——我们摆弄着我们的基因，在试管里培养婴儿，然而我们还是非常脆弱的。如果有个孩子离开社会长大的话，他将会一无所有，甚至不会用后脚走路，而且对什么都一窍不通。只是在经历了宇宙、生命和人类的全部进化之后，我们才获得了这种赋予我们尊严和责任的脆弱的自由。那么如果我们现在再来问宇宙、生命和人类的起源的话，我们对自己来自何处的理解就会更加深刻了。

尾 声

有意识而且好奇的生物呆在窄小的地球上，受着自身力量的威胁，向天空抬起目光焦虑地问道：这种动人的世界史怎样继续下去？

◎生命的未来

多米尼克 · 西莫内：经过了150亿年的进化，我们到了现在这个阶段，还只有几千年的文明。从大爆炸开始的演变不断地创造出越来越复杂的结构，我们就是其最珍贵的产物。这种进化今天还在继续进行吗？

若埃尔 · 德 · 罗斯内：粒子、原子、分子、大分子，细胞，由一些细胞组成的最初的机体、由一些机体组成的群体、由群体组成的生态系，以及今天把他的生物学进行外化的人类……进化当然在继续下去。不过现在它主要是在技术和社会方面，文化则起着接替的作用。

问：所以我们是处在历史的一个转折点上，一个类似于生命出现的断裂点上。

答：是的。经过宇宙的、化学的、生物学的阶段之后，我们开始了人类将在下一个一千年里表演的第四幕。我们终于达到了我们自身的变成了集体性的意识。

问：您认为下一幕有什么特点呢？

答：可以说我们正在发明一种新的生命形式：一个行星大机体。它包括生物界和人类的一切产品，它也在进化，我们将是它的细胞。它将拥有它的神经系统，国际互联网络是这种系统的一个胚胎，以及一种使物质重新循环的代谢。这个由一些独立的系统构成的总的大脑，用电子的速度把人类联系起来，使我们的交流发生天翻地覆的变化。

问：这一次是否可以把它的含义说成是一种不再是自然的，而是文化的选择呢？

答：我是这么认为的。我们的发明是一切突变的对等物。这种技术的和社会的进化，比达尔文主义的生物学的进化要快得多。人类创造了新的“物种”：电话、电视机、汽车、电子计算机、卫星……

问：是人类在进行选择。

答：对了。例如市场，它如果不是一个对某些发明的物种进行选择、淘汰和扩充的达尔文式的系统的话，又是什么呢？与生物学进化的最大的区别，是人类能够在抽象中发明他想要的任何数量的物种：这种新的进化是无形的。他在真实的世界与想象的世界之间插入了一个新的世界，潜在的世界，这就使他不仅能够探索一些人为的领域，而且能够制造和测试一些还不存在的物品和机械。这种文化的和技术的进化，以某种方式来说是遵循着与自然进化同样的“逻辑”。

问：那么是否可以说复杂性在继续增加呢？

答：可以。不过它在一点一点地摆脱物质的沉重外壳。在某种程度上我们又与大爆炸会合了。120亿年前的能量的爆炸，很像泰亚德·德·夏尔丹所珍视的“奥密伽点”[①]的反面，这将是从物质中解放出来的精神的一种内破裂。如果把时间忘掉，两者是可以混淆在一起的。

问：忘掉时间毕竟是很难的，而且我们作为人类都被极为短暂的生命所限制。如果个体应该作为一个细胞纳入超越他的行星的总体的话，他是否还会有一种未来呢？

答：当然有。我认为他可以更加完善自己。当细胞组成社会的时候，就达到了一种比孤立时更大的个性。大机体阶段确实包含着一种使整个行星一致化的风险，但也有着多样化的萌芽。行星越是综合，也就越是分化。

问：您作为生物学家描绘了目前的社会，谈到了进化、脑、突变……您不能把您的隐喻用于现实吗？

答：不能从生物学里推断出一种对社会的看法，否则就会导致一些不能接受的意识形态。相反的是，生物学可以清理我们的思路。在本世纪初占统治地位的是机械的隐喻，齿轮机构、钟表。现在最有教育意义的是机体的隐喻，只要不从字面上来理解。我们创造的行星机体外化了我们的功能和感官：用电视外化我们的视力，用电子计算机外化我们的记忆，用交通外化我们的腿脚……剩下的就是这个

① 奥密伽是希腊字母表的最后一个字母，这里表示“终点”。

大问题：我们是与它共生，还是成为寄生物，毁掉我们栖身于其上的主人，从而导致严重的经济、生态和社会危机呢？

问：您有什么预见？

答：我们目前为了自己的利益在消耗能源、信息、物质，让残渣污染着环境，使支持我们的系统日益贫乏。我们寄生在自己身上，因为某些工业化社会限制了其他社会的发展。我们如果继续沿着目前的道路走下去，就会变成地球的寄生虫。

问：怎样才能避免这一切，保住这个行星？

答：问题不在于像怀旧的生态学家们也许希望的那样，把生命的多样性封闭在一些围墙里，建立一些保护区；而是要使地球与工艺、生态与经济变得和谐起来。为了避免危机，我们应该从对本书所叙述的复杂性的进化的了解中吸取教训。理解我们的历史，可以使我们对现在所做的事情保持一段必要的距离，可以给我们一个方向、一种“意义”，当然还有更多的智慧。就我而言，我相信集体智慧的发展，相信一种工艺的人道主义。我也希望，只要我们愿意，我们就能够从容地达到人类的下一个阶段。

◎人类的未来

问：若埃尔·德·罗斯内告诉我们，我们的世界史从此进入了第四幕，也就是文化的进化。这也是您的看法吗？

伊夫·科佩恩：有一天，我对从北极归来的探险家让路易·艾蒂安说："你在那边该多冷啊！"他只是回答说："不冷，我是盖着被子的！"这相当典型地体现了我们文化的进化。我们天天都在不断地改善着对我们的身体和环境的控制，并且让文化起着接替的作用。从此以后不是大自然，而是文化在最迅速地对环境的刺激作出反应。

问：我们的现代人的身体就不再有变化了？

答：有的，但是非常缓慢。在这方面我们应该看到一种更加遥远的未来，而远不止于下一个一千年！在1000万年之后，我们的脑袋就可能和现在不一样了。我们的骨骼变得更加纤细，我们的大脑则无疑还要发达。

问：这样就会获得新的能力。

答：不错。脑容量的增大会导致胎儿头部的增大，所以怀孕期更加缩短也不是不可能的。如果明天的超人的母亲6个月就分娩的话，婴儿时期就要延长，学习的时间也就随之延长。我们对过去的怀孕不太清楚，但是可以认为我们是朝着这个方向发展的，而且能够这样继续下去。

问：这就是说我们的生物学进化还没有真正结束。

答：这种进化减慢了速度，不过还在继续。因为我们依然服从生物学的规律，依然需要适应。病毒也在进化，它们会给我们造成一些问题。我们同样无法躲避会使大气变质的宇宙的大变动。但相反的是不能再认为人类是在服从

一种真正的自然选择了。

问：我们的基因不会再发生改变我们这个种类的突变了吗？

答：突变当然是会有的。不过产生突变的纯合基因是另一回事。在目前的人群里，基因的混杂是经常发生的。不再有孤立的，能够通过基因的偏差而使隐性特征得以出现的群体。除非我们向空间移民。再说人类是可能做到这一点的。在对其他行星有了更充分的认识之后，人类将会采取一种新的扩张方式，正如在30万年前向整个行星蔓延一样。

问：在这种情况下会发生什么呢？

答：定居在另一个地球上的一切小群体，它们如果长期孤立的话，就会派生出去和发生分歧：它们的生物学和文化将会有不同的进化。设想一下其他行星上可能产生的一切新的文化……也许就是新的物种。

问：我们若是到空间里去，身体会发生极大的变化，对吧？停留在围绕地球的轨道上的日子证明骨头会迅速萎缩，机体也不再以同样的方式运转。我们有可能变成博学的鼻涕虫……

答：对于生命在空间里的情况与后果我们还知之甚少。在失重状态下，身体的变化很大，骨头的无机成分发生迁移，很难再使它们回到最初的位置。在空间里游荡了几百万年之后，我们的表兄弟们无疑将与我们大不一样了。我们也许会重新出现一种群体的多样性，乃至一些真正的种族。

问：今天人们正在失去这种多样性：人类的文化变得越来越清一色了，世界成了整体，行星变得非常渺小。

答：是这样的。人们到处旅行，在生物学和文化方面都混杂在一起。所有的文化都同样如此。但是当我们看到例如布须曼人[①]或美洲印第安人，他们被打发到人们露骨地称之为“保留地”去的时候，不禁要问：要保持这些群体的传统、歌曲、语言，不就是禁止他们接触当代世界吗？我们为了自己的而不是他们的快乐才提供的保留地，不就是一些最初的小岛吗？我认为这些群体没有别的出路，只有在遗传和文化方面与我们混合——我们也与他们混合——或者消失。对此不应该有怀旧之感。

问：从大爆炸以来就在发展的复杂性，您认为会继续发展下去吗？

答：是的。人类积累着越来越多的知识，在向一种更伟大的知识，一种更伟大的自由，一种越来越复杂的文化，也许是一种越来越复杂的本性前进。我们走着与物质和生命同样的道路。

问：您可以说是乐观主义者？

答：非常坚定。我觉得人类社会组织得还是不错的。我们一点一点地意识到了我们的环境。看看联合国吧：这些机构经历了许多困难。但如果退一步考虑，就会看到人类在仅仅 70 年里就意识到了自己在世界上的状况。而从我

① 非洲西南部的人种。

们历史来看,70 年又算得了什么呢?

问:微不足道。不过对一个个人来说就很多了……

答:不要忘了与人类生存的 300 万年相比,我们的现代性所经历的时间是可以忽略不计的。目前的人类尽管能够进行某种程度的思考,但在我看来还是相当幼稚。本世纪的许多困难都是由于不少群体对世界知之甚少而造成的。

◎宇宙的未来

问:从我们的历史来看,一个人的一生是微不足道的事情,伊夫 · 科佩恩为我们证实了这一点。我们也许还处在人类的史前阶段,或者处在宇宙的历史当中。宇宙还要扩展多少时间呢?

于贝尔 · 雷弗:最新的观测看来有利于继续膨胀的看法。所以宇宙的体积将是无限的,它的生命将无限地延长下去。它会冷却,缓慢地趋向于绝对零度。话虽如此,也不能明确地断言:我们的预言所依据的理论是以存在着四种力为前提的,而且只有四种。但今天没有什么能使我们肯定不会再发现其他的力。这些发现将会改变我们的预见。

问:宇宙如果无限地扩展,这就意味着它将变得越来越虚空,天体之间继续远离,那么从这儿看到的天空将是黑色的了?

答:照亮我们夜空的恒星并不参与膨胀。从总体上来说,它们不在远离我们。膨胀是在星系之间,而不是在星系

之内进行。随着时间的推移，这些天体在我们的天文望远镜里将显得越来越稀少。不过这种变化在几十亿年里是觉察不到的。

问：这一切都是假设，因为那时候不会有人类在进行观测了：某些恒星要死去了，而尤其是我们的恒星太阳，不是吗？

答：是的。就像我们在前面所说的那样，今天太阳的氢已经烧掉了一半，它处在一生的当中。50 亿年之后，它几乎耗尽了一切，成为一个巨大的红球。它的核心越来越收缩，而它的大气圈却相反地伸展到 10 亿公里以外。与此同时，它的颜色也从黄色变成了红色。

问：到那时候，行星都被烤糊了。

答：不错。太阳将比现在亮 1000 倍。从地球上看起来，它占据着天空的一大部分，我们这个行星上的温度将上升到几千度。生命消失了，地球变成了气态，这大概需要几亿年的时间。我们的恒星也将使水星、金星，或许还有火星分崩离析。遥远的行星如木星和土星，将失去由氢和氦构成的大气圈，只留下仅有裸露的岩石的巨大内核。再过一些时间，太阳在丧失核能源之后变成了一颗像月亮那么大的白矮星。它在几十亿年里慢慢地冷却，变成一颗黑矮星，一个没有光的恒星尸体。

问：构成地球的物质会变成什么呢？

答：它回到了恒星之间的空间里。以后它可能用来构

成新的恒星，乃至参与行星的形成。

问：也形成新的生命？

答：为什么不能？我们身体的原子有一天也许会在遥远的生物圈里组成一些有机体……

问：唯一可以确定的是，人类呆在地球上的时间不能超过40多亿年。

答：是的，不过可以像伊夫·科佩恩那样认为，早在这个预定的年代之前，我们就已经在进行恒星之间的漫长旅行了。想一想两三代人所实现的进步吧：我们的祖母旅行时每小时最多走50公里，而我们今天拥有时速为5万公里的飞船。不能排除探测器有一天能接近光速。我们的后代就能到遥远的恒星附近去寻找光……

问：前苏联的空间之父康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基生动地说过："地球是我们的摇篮，但是人不会永远呆在摇篮里……"话虽如此，复杂性的进化可以随着人继续下去，然而没有人也照样进行。归根结底，并非一定要由我们来担任这段历史的主角。

答：确实如此。可以想象人类灭亡了，而生命并未完全消失。例如昆虫的耐力就比我们强得多。蝎子所能承受的放射性，要比能使我们致死的放射性的剂量高得多。它们能够在一场核战争之后幸存下来，发展它们的智慧并重新发现工艺。于是在几百万年以后，它们就有可能遇到与我们类似的环境污染问题。

问：从我们的全部对话来看，我们拒绝赋予我们的历史以一种意义，或者至少是拒绝接受一种决定论的观点。但是我们努力证明了复杂性是不断发展的。可以认为它将继续……

答：现实的两个方面给我留下了深刻的印象。第一个方面显示了我们以上叙述的动人的历史。它确实会令人想到这一切具有一种意义。第二个方面更为暗淡，它揭示了今天的人不能与同类和生物圈和谐地生活。战争与破坏是家常便饭。似乎有什么东西在进化的某个特定的时刻进行捣乱。

问：您对此怎么解释呢？

答：为什么进化在物理的世界里那么顺利，而在人类的世界里却这么糟糕？大自然在复杂性方面冒险走得这么远，是否达到了它的“不能胜任的程度”？我设想这是一种只以达尔文的自然选择的结果为基础的解释。但是从另一方面来说，如果进化把一种自由的生物的出现作为主要的成果的话，也许我们正在为这种自由付出代价？我们可以把宇宙的悲剧概括为三个阶段：大自然产生复杂性，复杂性产生效率，效率能够摧毁复杂性。

问：这意味着什么？

答：在20世纪，人类发明了两种自我摧毁的方式：核武库和对环境的破坏。复杂性难道能维持下去吗？对于大自然来说，达到导致威胁自身的进化程度难道是一个好主意吗？智慧难道是一种下了毒的礼物吗？

问：那您怎么回答呢？

答：我们现在面临着我们这个行星的极限。难道有可能让 100 亿人共存而不使它遭到破坏？即使人类富有天才，而且也用使原子裂变和探索太阳系来无数次证明了这一点，这个任务也要比我们在过去所做的一切更为艰巨。它尤其迫使我们抛弃经济增长的观念而仅限于“可持续的发展”。要让我们的领导者理解这一点是很困难的。

问：若埃尔·德·罗斯内对我们说到管理行星的机体……

答：在一个机体里，有一个警报系统和恢复系统。有一处受了伤，整个身体都会动员起来。我们应该在行星的层次上发明一个类似的系统。联合国和人道主义协会就是这方面的一些雏形。要走的路还很漫长。

问：我们没有被一种视觉效果所欺骗吗？我们是否过于贴近现在这个世纪了？如果从一只羊羔的角度来分析问题，肯定会得出悲观的结论，但是从人的角度来看呢？我们是否像伊夫。科佩恩所说的那样，还仅仅处在史前时期？也许我们还需要许多时间，才能在道德和文明方面达到一个更高的阶段？

答：人类在行为和道德方面是否真的在进步？我没有把握，人们可以就此进行长期的争论。当然，奴隶制被废除了，人权得到了承认。不过美洲印第安人的行为在这之前就达到了令人赞叹的程度。他们制定了一些社会行为的规

则，对美国的宪法产生了很大的影响。克洛德·莱维斯特劳斯证实了奴隶制是与伟大的文明一起出现的。道德的进步不是一种明显的事情。

问：在其他地方也可能出现这个问题……

答：我们地球上的文明很可能只是许多其他文明当中的一个例子。假设宇宙的进化导致了其他行星，其他生命形式，其他智慧的形成，我们同样也能设想这些地球之外的文明曾经面临我们今天在地球上碰到的威胁。看一看这些世界，呈现给我们的将是两种不同的形象：那些不懂得适应的生命所在的行星上是一片干旱，覆盖着放射性的残渣；另一些生命所在的行星上则是一片翠绿，欣欣向荣。

问：若埃尔·德·罗斯内一再说：共生或死亡。也可以说成是：智慧或物质的报复吗？

答：现在向我们提出了这个决定性的问题：我们能否与我们自己的能力共存？如果答案是否定的，进化就将在没有我们的情况下继续下去。正如西绪福斯[1]一样，我们把我们的巨石推到了山顶，最后让它滚了下来。这有点愚蠢，不是吗？我们不应该对现实情况的严重性视而不见。不过重要的是保持乐观的态度。必须在无力回天之前尽一切努力来挽救我们的行星。我们是它的继承人，对它负有责任，要由我们来使这种动人的世界史继续下去。

---

① 希腊神话中的科林斯国王之子，因进行抢劫而在死后被判处永远向山上推一块不到山顶就会重新落下来的巨石。